Aus der Röntgenabteilung des Robert-Bosch-Krankenhauses Stuttgart
Leiter: Professor Dr. E. Fischer

Altersentwicklung der Breite, Länge und Höhe der Wirbelkörper von D 6 bis D 11 bei normalen Wirbelsäulen und bei M. Scheuermann nach Röntgenaufnahmen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Hartmut Volck
aus Stuttgart

1970

Aus der Röntgenabteilung des Robert-Bosch-Krankenhauses Stuttgart
Leiter: Professor Dr. E. Fischer

Altersentwicklung der Breite, Länge und Höhe der Wirbelkörper von D 6 bis D 11 bei normalen Wirbelsäulen und bei M. Scheuermann nach Röntgenaufnahmen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Hartmut Volck
aus Stuttgart

1970

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. J. Hirschmann

1. Berichterstatter: Professor Dr. E. Fischer
2. Berichterstatter: Professor Dr. W. Frommhold

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG • Tübingen

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Bisherige Untersuchungen	2
3.	Methode	5
4.	Kritik der Methode	7
5.	Untersuchungsgut	9
6.	Ergebnisse	11
6.1.1.	Die Wirbelkörperbreite des Normalkollektivs	11
6.1.2.	Die Wirbelkörperbreite bei Morbus Scheuermann	15
6.2.1.	Mediane Wirbelkörperlänge des Normalkollektivs	21
6.2.2.	Mediane Wirbelkörperlänge bei Morbus Scheuermann	23
6.3.	Die Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbelkörpertaille an der rechten Wirbelseite	27
6.4.1.	Die vordere und die hintere Wirbelkörperhöhe beim Normalkollektiv	29
6.4.2.	Die vordere und die hintere Wirbelkörperhöhe bei M. Scheuermann ...	35
6.5.	Die vordere und die hintere Bandscheibenhöhe beim Normalkollektiv und bei Morbus Scheuermann	41
7.	Diskussion	42
8.	Zusammenfassung	48
9.	Literaturverzeichnis	5o

1. Einleitung

Seit den Beschreibungen der juvenilen Kyphose durch SCHANZ (1911) und SCHEUERMANN (1920) sind mannigfach Versuche einer ätiologischen und pathogenetischen Deutung unternommen worden.

Es fällt auf, daß in der Literatur über diese Krankheit relativ wenig Messungen morphologischer Kriterien an Röntgenbildern vorliegen, umso mehr, als der M. Scheuermann massive röntgenologische Veränderungen zeigt, deren Erfassung jedem Versuch einer Deutung dieses Krankheitsbildes vorhergehen sollte. Insbesondere liegen kaum Messungen an Röntgenbildern im a.-p.-Strahlengang vor, und nur sehr wenige Autoren haben erwähnt, ohne sich auf Meßergebnisse stützen zu können, daß die Wirbelkörper bei M. Scheuermann nicht nur länger, sondern auch breiter werden (LINDEMANN, GÖB, TEXIER).

Es fehlen bisher auch Untersuchungen über den genauen Altersgang der Wirbelkörperdimensionen. Erst nach Kenntnis der normalen Änderungen mit dem Alter lassen sich die Vorgänge bei Wirbelsäulenleiden erfassen und ihre Besonderheit hervorheben.

Daher setzt sich diese Arbeit zum Ziel, den Entwicklungsgang von Wirbelkörperdimensionen bei normalen und im Sinne eines M. Scheuermann veränderten Wirbelsäulen von der Pubertät bis ins Senium zu erfassen.

2. Bisherige Untersuchungen

2.1. Untersuchungen über Ätiologie, Morbiditätsrate und Röntgensymptome bei M. Scheuermann

C.MAU (1924), LOTZE (1939), WASSMANN (1951) und RATHKE (1961) diskutieren den Einfluß körperlicher Belastung auf die Erkrankung, wobei RATHKE zu einem abweichenden Ergebnis kommt und diesem Einfluß keine unmittelbare ätiologische Bedeutung zuschreibt.

Auf die größere Morbidität des männlichen Geschlechts weisen SCHEUERMANN (1921), STEIN und ZAHN (1956), SCHNEIDER (1957) u.a. hin, eine Beobachtung, die durch die vorliegende Arbeit insofern bestätigt werden konnte, als es nicht gelang, ein dem männlichen Kollektiv gleich großes weibliches aus den Archiven zusammenzustellen.

Die Häufigkeit der Erkrankung innerhalb einer Normalbevölkerung wird von DAMERON and GULLEDGE (1953) , CHIGOT et al. (1958), RÜBE und HEMMER (1962) und BROCHER (1967) untersucht und mit einem Prozentsatz von 6,1 - 3o unterschiedlich angegeben.

Mit den röntgenologischen Veränderungen an Wirbelsäulen mit M.Scheuermann wie Keilwirbeln, Kyphose, Schmorlschen Knorpelknötchen usw., setzen sich vor allem WILLIAMS and PUGH (1963), ROSS (1963),

GRASSET (1965) sowie SERRE et BARJON (1965) auseinander. Nur LINDEMANN (1955), TEXIER (1956) und GÖB (1958) ist es aufgefallen, daß bei M. Scheuermann die Wirbelkörper gelegentlich breit sein können. Ihren Beobachtungen liegen jedoch keine Messungen zugrunde.

2.2. Messungen an gesunden Wirbelsäulen

An 72 menschlichen Wirbelsäulenpräparaten, die in vivo 2o - 45 Jahre alt wurden (Durchschnittsalter 35 Jahre) und keine pathologisch-morphologischen Veränderungen zeigten, stellt ALLBROOK (1956) fest, daß die männliche Wirbelsäule signifikant länger ist und daß mit dem Alter die Wirbelkörper bei Männern konstant und auch signifikant höher, bei Frauen dagegen nicht signifikant niedriger werden.

2.3. Messungen an Röntgenbildern von Wirbelsäulen

HOUSTON and ZALESKI (1967) vermessen Wirbelkörper an Röntgenbildern von 129 Patienten beiderlei Geschlechts im Alter von 3 - 18 Jahren nach sagittalem Durchmesser und mittlerer Höhe im Frontalbild sowie nach Wirbelkörperbreite in der a.-p.-Aufnahme und finden, daß immobilisierte Wirbelsäulen schmale Intervertebralräume bei hohen Wirbelkörpern, aktiv beanspruchte Wirbelsäulen dagegen weniger hohe Wirbelkörper bei weiten Intervertebralräumen aufweisen.

HURXTHAL (1968) bestimmt im Röntgenbild den Grad vorderer Wirbelkompression vorwiegend älterer Patientinnen anhand der vorderer Konkavität der Wirbelkörper und errechnet von insgesamt 682 Wirbeln zwischen 6,9 und 11% Einbrüche der vorderen Deckplattenhälften infolge Osteoporose. Außerdem findet er größere Höhen für Wirbelkörper und Intervertebralräume bei älteren Frauen, sowie eine übernormale intervertebrale Expansion bei osteoporotischen Wirbelsäulen.

2.4. Messungen an Röntgenbildern mit M. Scheuermann

BURDZIK und WUENSCH (1954) messen an loo seitlichen Röntgenaufnahmen mit M. Scheuermann unter anderem vordere und hintere Wirbelkörperhöhe, sagittale Länge und die Winkel, welche die Abschlußplatten mit der Hinterkante der Wirbel bilden. Zur Auswertung gelangen 867 Wirbelkörper aus Brust- und Lendenwirbelsäule bei gleichmäßiger Verteilung auf beide Geschlechter (ohne Angabe der Altersverteilung). Die Autoren stellen eine gleichmäßige Alterszunahme der hinteren Wirbelkörperhöhe fest, bei regellosen Meßreihen für die ventrale. Das Maximum der Keilform befindet sich bei D 7 und die Kyphose erweist sich bei männlichen Patienten als ausgeprägter.

3. Methode

An Standardaufnahmen der Wirbelsäule (Fokus-Film-Abstand 1 m, a.-p.- bzw. frontaler Strahlengang bei liegendem Patienten) wurden Messungen an den Thorakalwirbeln D 6 - D 11 vorgenommen.

Oberhalb von D 6 häuften sich die Meßschwierigkeiten durch Überlagerung der Scapula und durch Wirbelsäulentorquierung. D 12 war auf seitlichen Aufnahmen häufig nicht genügend abgrenzbar, außerdem ließ sich die Breite in Wirbelmitte durch die Besonderheit der Rippen-Wirbelverbindung oft nur ungenau bestimmen.

Gemessen wurde

a) am a.-p.-Bild

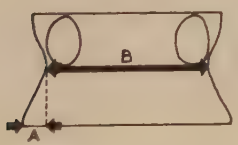

Abb. 1 a

1) die Breite des Wirbelkörpers als Entfernung der Compactaaußenflächen an seiner Taille, d.h. seiner schmalsten Stelle (B),
2) die Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbelkörpertaille an der rechten Wirbelseite (A).

b) am frontalen Bild:

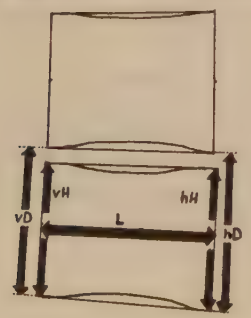

Abb. 1 b

1) der sagittale mediane Wirbelkörperdurchmesser (L)
2) die vordere mediane Höhe (vH)
3) die hintere mediane Höhe (hH)
4) der Abstand der unteren ventralen Wirbelkörperecken benachbarter Wirbel (vD)
5) Der Abstand der unteren dorsalen Wirbelkörperecken benachbarter Wirbel (hD).

Die Messungen wurden mit einem Zentimetermaß vorgenommen, welches auf besonders einfache und exakte Weise das Fällen von Loten ermöglicht (Geo-Dreieck).

Gemessen wurde mit einer Genauigkeit von o,5 mm. Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte mittels Olivetti Programma lol Tischcomputer.

Die Rechenergebnisse umfassten Σx^2, Σx, n , $\bar{x}$, σ^2, σ , 2 σ , sowie s^2, s , 2 s. Signifikanzprüfungen wurden vorwiegend an der 1., 3. und letzten Altersgruppe vorgenommen, um die Veränderungen von der Pubertät bis zum Beginn des Erwachsenenalters und während des Erwachsenenalters getrennt erfassen zu können.

4. Kritik der Methode

Die Gesetzmäßigkeiten der Zentralprojektion bedingen bei den üblichen Röntgenaufnahmen der Wirbelsäule eine nicht zu vernachlässigende Vergrößerung des Bildes gegenüber dem Objekt.

Bei einem Fokus-Film-Abstand von 1 m wird ein Wirbelkörper, der sich durchschnittlich 8 cm vor dem Film befindet, um den Faktor 1,087 vergrößert. Ein 30 mm hoher Wirbelkörper erscheint also auf dem Film einer a.-p.-Aufnahme um 2,6 mm größer. Nachdem bei der vorliegenden Fragestellung die einzelnen Absolutwerte nicht von Wichtigkeit sind, sondern es um den Vergleich zweier Kollektive geht, spielt der Vergrößerungsfaktor keine Rolle, da er sich bei beiden Kollektiven gleichmäßig auswirkt.

Direkt beeinträchtigt wird der Meßvorgang durch die Unschärfe, die sich auf Grund der geometrischen Ausdehnung des Fokus von 1 mm Durchmesser (geometrische Unschärfe) und der Verwendung von Verstärkerfolien ergibt (Folienunschärfe). Letztere beträgt bei den üblicherweise verwandten Universalfolien vom Verstärkungsfaktor 10-12 ca. 0,36 mm. Mit der geometrischen Unschärfe von 0,087 mm für einen Wirbelkörper beträgt die Gesamtunschärfe (Wurzel aus der Summe der Quadrate der Einzelunschärfen) 0,370 mm, kann also gerade noch vernachlässigt werden, da sie außerhalb der geforderten Meßgenauigkeit liegt.

Der Fehler der Einzelmessung wurde nicht nur rechnerisch, sondern auch direkt durch Messen von Röntgenbildern ermittelt, die 4 verschiedenen Altersgruppen entnommen wurden. Die Messungen erfolgten an 5 aufeinanderfolgenden Tagen bei jeweils unmarkierten Meßstellen. Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, daß bei allen Altersgruppen der Fehler der Einzelmessung etwa gleich schwankt.

Ungenauigkeit des Meßvorganges, evtl. zusätzlich hervorgerufen durch Überlagerungsunschärfe infolge vermehrter Lungenstruktur oder durch Rippen, durch Demineralisation verundeutlichte Konturen sowie die innerhalb des Meßbereiches vorkommenden Dickenunterschiede des gemessenen Skeletteils, sind hierbei nicht zu trennende Fehleranteile.

Die Verbreiterung der unteren Wirbelkörperabschlußplatte gegenüber der Wirbelkörpertaille wurde einheitlich an der rechten Wirbelseite gemessen, da durch den Pulsationsdruck der Aorta an der linken Seite der Wirbelsäule dieses morphologische Kriterium zu gering und zu variabel ausgeprägt erschien, und die möglichen Einflüsse verändernder Faktoren nicht abgeschätzt werden konnten.

B	A	vH	hH	L	vD	Alter
0,22	0,22	0,27	0,22	0,22	0,22	20-29
0,35	0,22	0,22	0,27	0,27	0,00	30-39
0,27	0,27	0,00	0,22	0,27	0,22	50-59
0,22	0,00	0,27	0,27	0,27	0,27	üb. 60

Tab. 1 Fehler der Einzelmessung in mm

5. Untersuchungsgut

Zur Auswertung gelangten Röntgenbilder eines unausgelesenen Kollektivs von Patienten des Robert Bosch-Krankenhauses Stuttgart, der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen aus den Jahren 1960-1966 sowie des Gesundheitsamts Stuttgart aus den Jahren 1960 bis 1968.

Die Krankheitsdiagnose " M. Scheuermann" erfolgte nach den am häufigsten genannten Kriterien (Handbuch der Orthopädie, BROCHER u.a.) :

1) Kyphose im Brust- oder (oberen) Lendenbereich der Wirbelsäule
2) Auftreten von mehreren, keilförmig deformierten Wirbelkörpern
3) Schmorlschen Knorpelknötchen
4) unruhige, unregelmäßig sklerosierte Deckplatten (unter Berücksichtigung der Rückbildungsfähigkeit dieses Symptoms im späten Stadium (SCHEUERMANN, BROCHER)

Das Bildmaterial teilt sich wie folgt auf:

Kollektiv	Altersgruppen						
	10-14	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	üb. 60
normal männl.	18/16	14/16	18/14	23/25	14/10	12/17	12/14
normal weibl.	18/17	29/29	33/33	26/ 4	29/27	25/25	20/21
M. Scheuermann männlich	7/ 9	17/12	19/20	23/21	24/24	23/22	20/19
M. Scheuermann weiblich	6/6	11/15	7/9	7/ 7	5/ 6	22/28	20/25

Tab. 2 Zahl und Altersverteilung der vermessenen Röntgenaufnahmen (a.-p.-/Frontal-Aufnahmen)

Die aus diesem Bildmaterial vermessenen 5 66o Wirbelkörper wurden nach den Gesichtspunkten differenziert:

a) normale Wirbelsäule oder M. Scheuermann
b) Männliche oder weibliche Wirbelsäule
c) nach dem Alter. Es wurden folgende Altersgruppen gebildet:

1) 1o-14 Jahre
2) 15-19 Jahre
3) 2o-29 Jahre
4) 3o-39 Jahre
5) 4o-49 Jahre
6) 5o-59 Jahre
7) über 6o Jahre

Tabelle 3 gibt das Stichalter = Durchschnittsalter der Patienten in jeder der gebildeten Altersgruppen an.

Kollektiv	Altersgruppen						
	1o-14	15-19	2o-29	3o-39	4o-49	5o-59	üb. 6o
normal männl.	12,5	16,1	23,2	33,2	43,2	55,2	64,7
normal weibl.	11,9	16,5	24,4	34,6	44,5	53,o	66,1
M. Scheuermann männlich	13,2	16,9	23,7	34,7	44,8	54,2	66,7
M. Scheuermann weiblich	13,o	16,7	23,4	35,4	45,5	53,5	67,1

Tab. 3 Durchschnittsalter der gebildeten Altersgruppen in Jahren

6. Ergebnisse

6.1.1. Die Wirbelkörperbreite des Normalkollektivs

Schon von der ersten Altersgruppe ab sind beim männlichen Geschlecht alle Wirbelkörper breiter als beim weiblichen. Der Unterschied erweist sich bei nahezu allen Wirbelkörpern aller Altersstufen als signifikant (Tab. 4, 5, 1o, Abb. 2).

Für das männliche Geschlecht erfolgt bis zum Beginn des Erwachsenenalters eine gleichmäßige, erhebliche und auch signifikante Breitenzunahme an allen Wirbelkörpern, danach werden die Wirbelkörper nur noch zum Teil gering breiter. Nur bei D 6 und D 9 erreicht im Erwachsenenalter die Verbreiterung die Signifikanzgrenze (Tab. 1o).

Am weiblichen Kollektiv läßt sich im Gegensatz zum männlichen der pubertäre bzw. postpubertäre Wachstumsschub schon nach der zweiten Altersgruppe, noch vor Erreichen des Erwachsenenalters, nachweisen (Abb. 2). Im Erwachsenenalter bleibt die Verbreiterung geringer als beim Manne mit Ausnahme von D 9, bei dem die prozentuale Breitenzunahme geschlechtsgleich ist (Tab. 6). Nur an diesem Wirbelkörper besteht auch eine signifikante Breitenzunahme im Erwachsenenalter (Tab. 1o).

Die Wirbelsäule wird bei beiden Geschlechtern in allen Altersgruppen nach caudal von Wirbel zu Wirbel breiter. Bis D 9 ist diese Breitenzunahme ungefähr gleich, danach wird sie sprunghaft größer (Abb. 2). Bezüglich des Breitenzuwachses besteht die untere Hälfte der Brustwirbelsäule aus zwei Gruppen von Wirbelkörpern, einer solchen mit gleichmäßigem Breitenzuwachs nach caudal (D 6 bis D 9) und einer solchen mit einer noch stärkeren und auch ungleichmäßigeren Breitenzunahme (D 1o und D 11).

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s
1o-14 J.	B	17	26,88	1,28	18	27,69	1,53	18	28,58	1,57	18	29,44	1,65	18	31,86	1,38	18	35,39	2,13
	L	12	25,42	3,o2	14	26,71	2,71	15	28,47	1,85	14	28,82	1,84	14	29,93	2,19	14	3o,39	1,7o
	A	17	2,85	o,9o	18	2,44	o,95	18	2,58	o,86	18	2,72	o,73	18	2,31	o,64	18	2,44	o,59
15-19 J.	B	11	27,64	1,4o	13	28,81	1,84	14	3o,o7	1,7o	14	31,43	1,84	14	33,36	1,77	13	36,65	1,76
	L	14	28,54	1,83	13	29,88	2,1o	13	3o,85	2,43	13	31,77	2,51	13	32,89	2,61	13	33,5o	2,72
	A	12	3,58	o,82	13	3,54	1,o1	14	3,64	1,o3	14	4,o7	1,53	14	3,46	o,93	13	3,42	1,4o
2o-29 J.	B	18	29,72	1,49	18	31,61	1,69	18	32,97	1,84	18	34,19	1,86	18	36,47	2,12	17	39,5o	1,62
	L	13	3o,38	3,27	15	32,13	3,34	14	33,57	3,36	12	33,96	3,64	11	34,5o	2,78	11	34,64	2,67
	A	17	4,35	o,98	18	3,61	1,46	18	4,o6	1,15	18	4,38	1,29	18	4,31	1,78	13	4,17	o,94
3o-39 J.	B	22	3o,oo	1,55	22	31,41	1,44	22	32,93	1,43	22	34,64	1,45	22	36,84	1,56	22	39,61	1,49
	L	18	3o,61	2,18	17	31,56	1,64	13	33,81	2,25	13	35,oo	2,3o	14	36,o4	2,72	12	35,96	3,11
	A	21	5,4o	1,45	2o	4,18	1,29	22	4,36	1,49	22	4,11	1,13	23	4,26	1,11	23	4,o9	1,28
4o-49 J.	B	13	3o,54	1,55	13	31,65	o,99	14	33,18	1,53	13	34,19	1,51	13	36,42	1,19	12	4o,oo	1,35
	L	9	31,3o	1,56	9	33,oo	1,58	1o	33,45	1,71	11	34,59	1,36	11	34,95	1,67	9	35,94	2,11
	A	12	3,96	1,16	13	3,88	1,6o	14	3,93	1,48	13	4,o8	1,19	13	4,23	o,88	12	4,41	o,99
5o-59 J.	B	13	31,27	1,13	13	32,85	1,44	13	34,19	1,63	13	35,62	1,69	13	37,12	1,42	11	39,86	1,21
	L	15	3o,73	2,24	15	32,37	2,11	17	34,o6	2,15	17	35,12	1,79	16	36,o6	1,92	14	37,39	1,62
	A	13	4,27	1,17	13	4,38	1,67	13	4,15	1,25	13	4,58	1,68	13	4,38	1,12	12	4,67	1,56
üb. 6o J.	B	1o	31,55	1,71	11	32,91	1,7o	12	34,42	1,24	12	36,o8	1,31	13	37,27	1,36	13	4o,5o	1,49
	L	13	31,85	1,14	14	33,75	1,63	14	35,71	1,37	14	36,64	2,o6	14	37,25	1,95	14	37,54	1,91
	A	11	5,18	1,38	11	4,73	1,47	12	4,38	1,o9	11	4,68	1,3o	13	5,38	o,94	13	5,31	1,27

Tab.4 Männliches Normalkollektiv.
Wirbelkörperbreite (B), mediane Wirbelkörperlänge (L) und Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille an der rechten Wirbelseite (A) in mm.

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s
1o-14 J.	B	16	25,78	1,14	17	26,32	1,o9	18	27,47	1,17	18	28,69	1,26	17	3o,62	1,89	17	33,41	1,73
	L	14	23,71	1,52	16	24,75	1,89	17	26,o9	1,58	17	26,74	1,58	17	27,56	1,88	17	27,85	1,84
	A	16	3,28	1,o6	17	3,24	1,46	18	3,11	1,26	18	3,5o	1,28	18	3,oo	1,16	17	2,88	1,23
15-19 J.	B	25	26,66	1,54	26	27,81	1,97	26	29,21	1,89	28	3o,3o	1,o4	29	32,43	2,69	27	35,81	1,89
	L	24	26,42	2,26	27	27,65	2,25	28	29,o4	2,35	28	29,89	2,41	3o	3o,6o	2,51	27	3o,67	2,57
	A	25	3,38	1,12	26	3,56	1,5o	25	3,32	1,15	28	3,21	o,94	28	3,o5	o,89	27	3,26	o,74
2o-29 J.	B	31	27,24	1,54	31	28,68	1,71	32	3o,oo	1,72	32	31,19	1,79	32	33,39	1,97	32	36,38	2,16
	L	25	27,34	2,o6	27	28,8o	2,o6	28	3o,o9	2,16	26	3o,96	2,1o	26	32,44	2,19	26	33,33	2,77
	A	31	3,13	1,36	31	3,oo	1,22	32	2,94	1,25	32	3,44	1,o4	32	3,22	o,89	32	3,3o	1,o1
3o-39 J.	B	26	27,1o	1,58	26	28,13	1,67	26	29,62	1,77	26	31,15	1,7o	26	33,44	1,68	26	36,58	2,49
	L	25	27,74	1,82	25	29,3o	2,o2	22	3o,39	2,o7	24	31,98	2,78	22	32,7o	2,64	22	33,27	2,98
	A	26	4,12	1,16	26	3,67	1,49	26	3,96	1,56	26	3,99	1,o9	26	3,5o	o,58	26	3,52	1,o4
4o-49 J.	B	27	27,8o	1,47	28	29,13	1,43	28	29,96	2,3o	29	32,o7	1,55	29	34,16	1,37	25	37,o6	2,14
	L	24	27,94	2,o7	25	29,18	1,67	27	3o,54	1,54	26	31,63	1,74	26	32,4o	1,96	23	33,o4	1,45
	A	27	4,37	1,17	27	3,83	o,99	28	4,o2	1,3o	28	4,27	1,o4	29	3,98	o,93	25	4,o2	1,12
5o-59 J.	B	25	27,38	1,39	24	28,35	1,75	24	3o,1o	1,62	23	31,54	1,57	25	33,88	1,87	21	36,6o	1,72
	L	21	27,83	1,62	23	29,35	1,37	22	3o,5o	1,26	23	31,76	1,2o	24	32,83	1,65	22	33,39	1,73
	A	24	3,92	1,53	24	4,18	1,24	24	3,9o	1,33	24	3,77	1,13	25	3,8o	1,7o	2o	4,33	1,84
üb.6o J.	B	19	27,66	1,74	2o	29,45	2,o1	2o	31,2o	2,o3	2o	32,93	1,84	2o	34,93	1,84	16	37,53	1,49
	L	25	28,53	1,82	25	29,83	2,o2	22	3o,59	2,o7	24	31,47	2,78	22	32,32	2,64	22	31,16	2,98
	A	18	4,o6	1,43	2o	4,o8	1,24	2o	4,53	1,47	2o	4,35	1,46	2o	4,45	1,13	16	3,81	1,24

Tab. 5 Weibliches Normalkollektiv.
Wirbelkörperbreite (B), mediane Wirbelkörperlänge (L) und Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille an der rechten Wirbelseite (A) in mm.

Wirbelkörper	Zuwachs zwischen Altersgr. 1 - 3 (AG 3 = loo %)		Altersgr. 3 - 7 (AG 7 = loo%)	
	♂	♀	♂	♀
D 6	9,5 %	5,3 %	5,8 %	1,5 %
D 7	12,5 %	8,3 %	3,9 %	2,6 %
D 8	13,3 %	8,3 %	4,2 %	3,9 %
D 9	13,8 %	8,o %	5,3 %	5,3 %
D lo	12,7 %	8,2 %	2,1 %	4,4 %
D 11	lo,5 %	8,o %	2,5 %	3,1 %

Tab. 6 Breitenzuwachs im Wachstumsalter (Altersgr. 1 - 3) und Erwachsenenalter (Altersgr. 3 - 7) beim Normalkollektiv

6.1.2. Die Wirbelkörperbreite bei M. Scheuermann

Bei beiden Geschlechtern sind die Wirbelkörper bereits schon von der ersten Altersgruppe ab breiter als es der Norm entspricht. (Tab. 7, 8, 10, Abb.3). Während bei Wirbelsäulengesunden im 10. bis 14. Lebensjahr alle Wirbelkörper bei Jungen breiter sind als bei Mädchen, besteht in dieser Altersstufe bei M. Scheuermann keine signifikante Geschlechtsdifferenz, die Wirbelkörperbreite ist bei beiden Geschlechtern weitgehend gleich. Eine geschlechtsdifferente Entwicklung setzt erst wieder später ein; beim männlichen Geschlecht ist die Breitenzunahme prozentual bis zum Beginn des Erwachsenenalters so deutlich wie bei Wirbelsäulengesunden, im Erwachsenenalter sogar signifikant stärker als bei Wirbelsäulengesunden, während beim weiblichen Geschlecht der juvenile und adulte Breitenzuwachs deutlich unter der Norm liegt und im Gegensatz zur Norm auch nicht mehr signifikant ist. Entgegen der Norm schwächt sich beim männlichen Geschlecht der juvenile Wachstumsschub bereits schon nach der zweiten Altersgruppe ab, und beim weiblichen Geschlecht liegt der juvenile Wachstumsschub erst zwischen der zweiten und dritten Altersgruppe.

Beim M. Scheuermann ist zwar die cranio-caudale Breitenzunahme von Wirbelkörper zu Wirbelkörper größer als an normalen Wirbelsäulen, aber es zeigt sich auch hierbei wieder, besonders beim männlichen Geschlecht, eine gleichmäßige Breitenzunahme von D 6 bis D 9 und eine viel stärkere sprunghafte Verbreiterung von D 9 bis D 11.

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s
1o-14 J.	B	7	29,36	1,55	7	3o,71	2,27	7	32,93	1,84	7	34,29	2,oo	7	36,64	2,25	7	4o,o7	1,97
	L	9	3o,22	2,29	9	32,oo	3,21	8	33,63	3,42	7	34,57	3,45	7	34,64	3,75	6	34,67	3,34
	A	7	3,29	o,91	7	3,29	1,35	7	3,36	o,99	7	3,29	o,99	7	3,29	o,57	7	3,71	1,11
15-19 J.	B	17	32,12	2,28	17	33,79	1,8o	17	36,oo	1,85	17	37,94	2,o6	17	4o,65	1,79	16	44,19	2,44
	L	23	34,o9	2,99	23	36,89	3,o9	24	39,1o	3,23	22	39,66	3,27	18	39,94	3,32	17	4o,o6	3,95
	A	17	4,o6	1,57	17	3,59	o,83	17	3,47	o,65	17	3,85	1,o1	17	4,o6	1,21	16	4,53	1,15
2o-29 J.	B	18	33,64	1,98	19	35,32	1,81	19	36,71	1,92	18	38,72	1,94	18	41,33	1,93	19	45,26	2,47
	L	19	34,29	2,61	19	36,58	2,56	2o	39,23	2,91	18	4o,89	2,77	18	41,25	2,71	13	41,5o	2,84
	A	17	4,35	1,2o	19	4,42	o,93	19	4,32	1,27	17	4,41	1,39	18	4,11	1,12	19	4,11	1,o4
3o-39 J.	B	21	34,31	2,35	22	36,25	2,o8	22	38,2o	2,12	23	4o,o7	1,85	23	42,48	1,82	23	46,22	1,99
	L	19	35,84	1,75	2o	38,25	2,85	18	4o,92	2,81	17	42,24	2,74	15	42,27	2,5o	15	43,13	3,32
	A	21	4,21	1,38	22	3,77	1,61	21	3,76	1,26	22	4,o9	1,o3	23	4,61	1,16	23	4,63	1,34
4o-49 J.	B	24	34,81	1,48	24	36,83	1,69	24	38,9o	1,45	24	4o,59	1,56	24	43,19	1,9o	24	46,83	2,6o
	L	21	35,95	2,81	23	38,oo	2,88	23	4o,17	2,41	2o	41,78	2,24	17	42,65	2,52	16	43,19	3,28
	A	22	4,68	1,33	24	3,9o	1,11	24	4,o4	1,21	22	4,41	1,o4	23	4,67	1,19	23	4,57	1,13
5o-59 J.	B	21	33,57	2,27	21	36,o2	2,15	23	38,11	2,12	23	4o,oo	2,o7	23	42,43	2,21	23	46,43	1,92
	L	19	36,26	2,44	18	38,72	2,22	2o	4o,38	2,o5	19	41,68	2,23	17	43,15	2,o4	15	44,5o	2,58
	A	19	5,11	1,95	21	4,43	1,23	2o	4,25	1,28	22	4,89	1,56	23	4,98	1,28	23	5,93	1,87
üb.6o J.	B	18	35,o3	2,o5	2o	37,75	1,97	2o	39,48	2,48	2o	41,5o	2,58	2o	43,83	2,51	2o	47,23	2,75
	L	18	35,36	2,59	19	37,18	2,68	18	39,33	2,59	18	41,61	2,95	17	42,85	3,66	14	44,64	3,7o
	A	15	4,73	1,53	17	4,24	1,77	19	5,13	1,91	18	4,73	1,28	19	5,39	1,22	19	3,o7	1,58

Tab.7 Männliches Kollektiv mit M.Scheuermann.
Wirbelkörperbreite (B), mediane Wirbelkörperlänge (L) und Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille an der rechten Wirbelseite (A) in mm.

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s
1o-14 J.	B	6	28,83	1,21	7	3o,64	1,14	6	32,75	1,13	6	33,75	1,33	6	36,o8	1,16	6	39,5o	1,61
	L	5	28,7o	2,77	6	31,17	3,37	6	33,oo	3,35	6	32,75	2,6o	5	32,7o	2,77	5	32,8o	2,86
	A	6	4,oo	o,32	6	4,58	o,66	6	3,75	o,42	6	3,58	o,58	6	3,67	1,33	6	3,42	1,32
15-19 J.	B	9	29,28	1,28	9	31,11	1,11	1o	32,65	1,9o	11	33,59	2,25	11	35,82	2,44	11	38,68	2,56
	L	14	29,79	2,33	15	32,1o	2,37	15	33,57	2,91	15	34,53	3,41	14	35,18	4,o3	13	35,o4	4,36
	A	9	3,56	o,88	9	3,22	o,83	1o	3,15	o,91	11	3,68	o,81	11	3,27	1,o3	11	3,5o	1,22
2o-29 J.	B	7	3o,79	2,o8	7	32,86	1,52	7	34,29	1,52	7	35,79	1,55	7	38,21	2,o2	7	41,57	1,79
	L	5	32,8o	4,93	6	34,58	4,93	6	35,83	4,54	6	37,33	3,52	6	37,75	3,13	6	36,92	3,88
	A	7	4,71	1,29	7	3,93	1,57	7	4,21	1,68	7	3,5o	o,58	7	3,43	1,3o	7	3,oo	1,oo
3o-39 J.	B	7	29,36	2,o6	7	31,43	1,29	7	33,oo	1,22	7	35,o7	1,87	7	37,86	2,77	7	41,5o	2,41
	L	7	32,o7	2,51	7	33,79	1,81	7	35,29	1,6o	7	36,7o	2,12	5	36,4o	1,39	4	37,13	1,93
	A	7	4,93	o,79	7	3,57	1,31	7	3,57	1,64	7	3,57	o,93	7	4,21	1,11	7	4,14	o,9o
4o-49 J.	B	5	3o,6o	1,56	5	32,7o	1,3o	5	34,4o	1,34	5	36,7o	1,11	5	38,6o	1,39	5	43,3o	1,99
	L	6	32,5o	1,38	6	33,17	3,47	6	35,75	1,84	5	35,5o	4,74	5	37,2o	1,89	5	37,3o	1,72
	A	5	4,2o	1,25	5	4,1o	o,74	5	4,3o	1,52	5	4,6o	o,89	5	4,oo	1,22	5	5,2o	1,48
5o-59 J.	B	2o	3o,68	1,82	2o	32,63	2,28	21	34,72	1,89	21	26,67	2,19	21	39,19	3,7o	21	42,21	2,29
	L	23	32,65	2,35	27	34,o6	2,31	27	35,83	2,23	26	36,98	2,24	25	37,88	2,55	21	38,33	2,54
	A	21	4,2o	1,o2	2o	3,83	1,34	22	4,o7	1,39	21	4,17	1,38	22	4,o7	1,39	22	4,27	1,49
üb.6o J.	B	17	3o,82	1,54	17	32,56	1,93	17	34,76	1,96	18	36,33	2,16	18	38,58	2,24	18	42,22	2,o5
	L	22	3o,86	2,o5	23	33,63	2,92	25	35,46	2,85	22	36,61	2,89	22	37,oo	2,32	19	37,53	2,91
	A	15	4,43	1,7o	15	4,3o	1,57	14	4,93	1,89	14	4,54	1,54	17	4,59	1,16	18	4,89	1,o4

Tab. 8 Weibliches Kollektiv mit M.Scheuermann.
Wirbelkörperbreite (B), mediane Wirbelkörperlänge (L) und Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille an der rechten Wirbelseite (A) in mm.

Wirbelkörper	Zuwachs zwischen Altersgr. 1 - 3 (AG 3 = 100 %)		Altersgr. 3 - 7 (AG 7 = 100 %)	
	♂	♀	♂	♀
D 6	12,7 %	6,2 %	4,0 %	0,2 %
D 7	13,0 %	6,6 %	6,5 %	- 0,1 %
D 8	10,3 %	4,6 %	7,0 %	1,2 %
D 9	11,4 %	5,6 %	6,8 %	1,3 %
D 10	11,2 %	5,5 %	6,7 %	1,0 %
D 11	11,4 %	5,0 %	4,2 %	1,5 %

Tab. 9 Breitenzuwachs im Wachstumsalter (Altersgr. 1 - 3) und Erwachsenenalter (Altersgr. 3 - 7) bei M. Scheuermann

V e r g l e i c h :		W i r b e l , t , P
Breite, männl. Normalkollektiv, zw. AG 3 und AG 7	signifikant	: D 9 (t = 3,24, P o,oo5) D 6
	nicht signif.	: D 7 (t = 1,76, o,1 P o,o5) und übrige
dto. weiblich	signifikant	: D 9 (t = 3,38, P o,oo5)
	nicht signif.	: D 8 (t = o,72, o,5 P o,1) und übrige
Breite, Normalkollektiv, AG 1, zw. männl. und weiblich	signifikant	: D 6, D 7 (t = 3,14, P o,oo5) D 8 (t = 2,4o, o,o5 P o,o1) D 11
	nicht signif.	: D 9 (t = 1,58, o,1 P o,2) D 1o
dto., AG 3	signifikant	: D 6 (t = 5,51, P o,oo5) und übrige
dto., AG 7	signifikant	: D 1o(t = 3,92, P o,oo5) und übrige
Breite, männl., AG 1, zw. M. Scheuermann und Norm	signifikant	: D 6 (t = 3,34, P o,oo5) und übrige
dto., AG 3	signifikant	: D 7 (t = 6,42, P o,oo5) und übrige
dto., AG 7	signifikant	: D 6 (t = 4,o4, P o,oo5) und übrige
Breite, weibl., AG 1, zw. M. Scheuermann und Norm	signifikant	: D 6 (t = 5,46, P o,oo5) und übrige
dto., AG 3	signifikant	: D 6 (t = 5,3o, P o,oo5) und übrige
dto., AG 7	signifikant	: D 7 (t = 4,79, P o,oo5) und übrige
Breite, männl., M. Scheuermann, zw. AG 3 und AG7	signifikant	: D 6 (t = 2,o7, o,o5 P o,o1) und übrige
dto., weiblich	nicht signif.	: D 11(t = o,56, P o,5) und übrige

Tab.1o Vergleich von Mittelwerten für die Wirbelkörperbreite (B) auf Signifikanz der Unterschiede

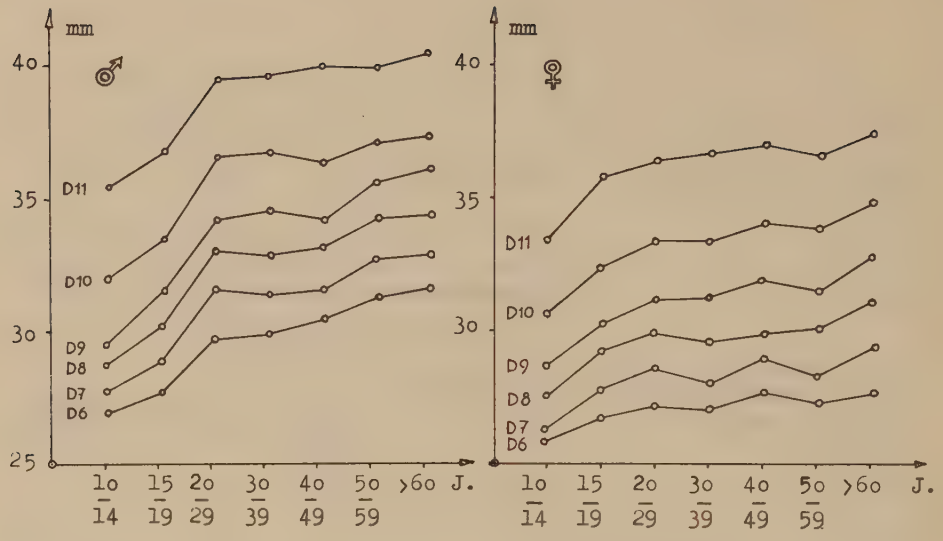

Abb. 2 Wirbelkörperbreite (B) des Normalkollektivs

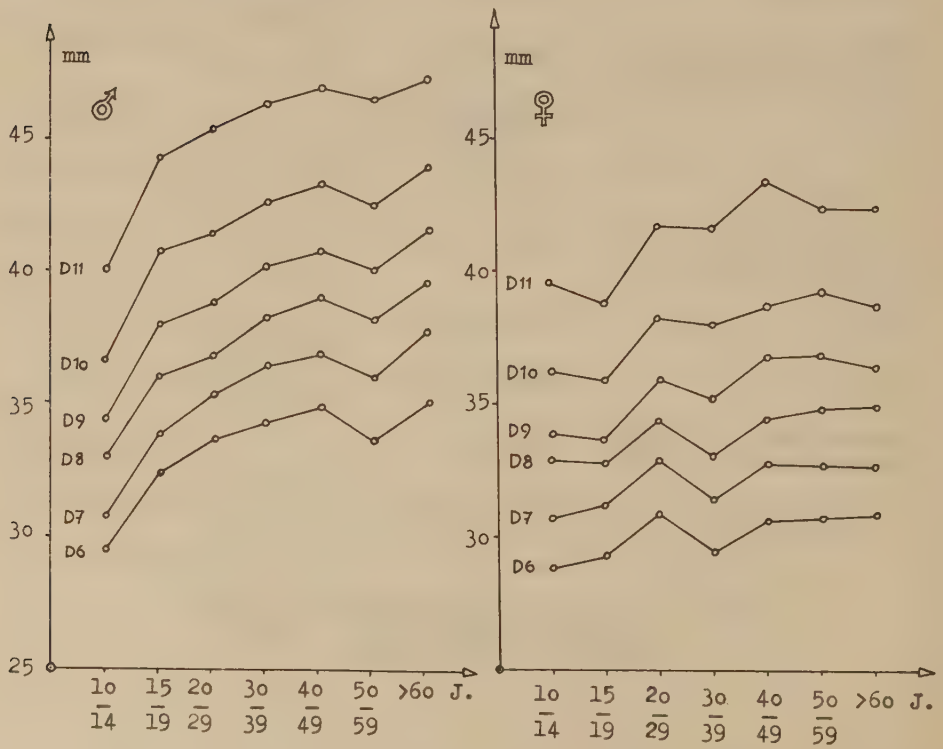

Abb. 3 Wirbelkörperbreite (B) bei M. Scheuermann

6.2.1. Mediane Wirbelkörperlänge des Normalkollektivs

Das sagittale Längenwachstum ist bei Männern und Frauen mit durchschnittlich 14,8 % bzw. 14,3 % bis zum Beginn des Erwachsenenalters größer als das Breitenwachstum (Tab. 6, 11, Abb.4).

Beim männlichen Geschlecht hält das Längenwachstum fast gleichmäßig bis zur dritten Altersgruppe an. Im Erwachsenenalter werden die Wirbel bei Männern noch merklich länger, wobei dieser Vorgang vor allem an der unteren Brustwirbelsäule von D 8 an abwärts besonders deutlich wird.

Beim weiblichen Geschlecht erfolgt der Hauptwachstumsschub zwischen der ersten und zweiten Altersgruppe ähnlich wie bei der Wirbelkörperbreite. Die Anbaurate im Erwachsenenalter ist wesentlich geringer als beim Mann, er liegt sogar unter dem Wert bei der Wirbelkörperbreite. Entgegen dem männlichen Geschlecht werden die unteren Brustwirbelkörper im Alter nicht verstärkt länger, sondern verkürzen sich sogar, ein Regressionsvorgang, der auch noch an anderen Parametern festzustellen ist, wie z.B. an der vorderen und hinteren Wirbelkörperhöhe.

Bezüglich der stufenweisen Längenzunahme von Wirbelkörper zu Wirbelkörper liegen die Verhältnisse umgekehrt wie bei der Wirbelkörperbreite; größere sprunghafte Längenzunahmen erfolgen zwischen D 6 bis D 8, weiter caudal sind die Längenzunahmen kleiner und ungefähr gleichmäßig. Dies trifft für normale und besonders für M. Scheuermann-Wirbelsäulen zu.

	Zuwachs zwischen			
	Altersgr. 1 - 3 (AG 3 = 100 %)		Altersgr. 3 - 7 (AG 7 = 100 %)	
Wirbelkörper	♂	♀	♂	♀
D 6	14,4 %	13,2 %	4,5 %	4,1 %
D 7	16,8 %	14,0 %	4,9 %	1,8 %
D 8	15,0 %	13,3 %	6,0 %	1,5 %
D 9	15,0 %	13,5 %	7,5 %	1,8 %
D 10	13,3 %	15,2 %	7,4 %	- 0,4 %
D 11	12,3 %	16,3 %	7,6 %	

Tab. 11 Zuwachs der medianen Wirbelkörperlänge im Wachstumsalter (Altersgr. 1 - 3) und Erwachsenenalter (Altersgr. 3 - 7) beim Normalkollektiv

6.2.2. Mediane Wirbelkörperlänge bei M. Scheuermann

Beim männlichen Geschlecht sind bereits in der ersten Altersgruppe alle Wirbelkörper um etwa 5 mm länger als es der Norm entspricht. Das durchschnittliche Längenwachstum ist von der ersten zur zweiten Altersgruppe bei M. Scheuermann viel stärker als beim Normalkollektiv: anstelle von 3 mm beim Normalkollektiv verlängern sich die pathologisch veränderten Wirbelkörper um 5 mm. Bei D 11 bleibt das weitere Längenwachstum so stark wie beim Normalkollektiv, d.h., dieser Wirbel wird im Erwachsenenalter beim Normalkollektiv und bei M. Scheuermann gleichmäßig um 3 mm länger. Schon von der zweiten Altersgruppe ab ist jedoch an den meisten Wirbeln das weitere Längenwachstum schwächer als beim Normalkollektiv, im späteren Alter werden diese Wirbel sogar wieder etwas kürzer. Dieser Regressionsvorgang konnte bereits schon am weiblichen Normalkollektiv beobachtet werden, am weiblichen Kollektiv mit M. Scheuermann tritt er noch stärker in Erscheinung.

Beim weiblichen Geschlecht ist das Längenwachstum bis zum Beginn des Erwachsenenalters geringer als beim Normalkollektiv. Nach Beginn des Erwachsenenalters werden die Wirbelkörper (besonders deutliche D 6 und D 7) im allgemeinen wieder etwas kürzer.

	Zuwachs zwischen			
	Altersgr. 1 - 3 (AG 3 = 100 %)		Altersgr. 3 - 7 (AG 7 = 100 %)	
Wirbelkörper	♂	♀	♂	♀
D 6	11,9 %	12,5 %	3,0 %	- 6,3 %
D 7	12,5 %	9,9 %	1,6 %	- 2,9 %
D 8	14,2 %	7,9 %	0,1 %	- 1,0 %
D 9	15,5 %	12,2 %	1,7 %	- 1,9 %
D 10	16,0 %	13,3 %	3,8 %	- 2,0 %
D 11	16,5 %	11,1 %	7,0 %	1,6 %

Tab. 12 Zuwachs der medianen Wirbelkörperlänge im Wachstumsalter (Altersgr. 1 - 3) und Erwachsenenalter (Altersgr. 3 - 7) bei M. Scheuermann

V e r g l e i c h :	W i r b e l , t , P	
mediane Wirbellänge, männl.Normalkoll., zw.AG 3 und AG 7	signifikant	: D 8 (t = 2,21,o,o5 P o,o1) D 9 - D 11
	nicht signif.	: D 6 (t = 1,65,o,2 P o,1) D 7 (t = 1,62,o,2 P o,1)
dto.,weiblich	nicht signif.	: D 6 (t = 1,82,o,1 P o,o5) und übrige
Länge,Normalkollektiv,AG 1,zw.männl. und weiblich	signifikant	: D 7 (t = 2,32,o,o5 P o,o1) D 8 - D 11
	nicht signif.	: D 6 (t = 1,87,o,1 P o,o5)
dto.,AG 3	signifikant	: D 6 - D 9 D 1o(t = 2,7o,o,o5 P o,o1)
	nicht signif.	: D 11(t = 1,31, P = o,2)
dto.,AG 7	signifikant	: D 6 (t = 8,63, P o,oo5) und übrige
Länge,männl.,AG 1, zw,M.Scheuermann und Norm	signifikant	: D 11(t = 3,86, P o,oo5) und übrige
dto.,AG 3	signifikant	: D 6 (t = 3,88, P o,oo5) und übrige
dto.,AG 7	signifikant	: D 7 (t = 4,25, P o,oo5) und übrige
Länge,weibl.,AG 1, zw.M.Scheuermann und Norm	signifikant	: D 11(t = 4,o3, P o,oo5) und übrige
dto.,AG 3	signifikant	: D 11(t = 2,67,o,o1 P o,oo5) und übrige
dto.,AG 7	signifikant	: D 6 (t = 3,49, P o,oo5) und übrige
Länge,männl.,M.Scheuermann,zw.AG 3 und AG 7	signifikant	: D 11(t = 2,47,o,o5 P o,o1)
	nicht signif.	: D 1o(t = 1,52,o,2 P o,1) und übrige
dto.,weiblich	nicht signif.	: D 6 (t = 1,44,o,2 P o,1) und übrige

Tab. 13 Vergleich von Mittelwerten für die mediane Wirbelkörperlänge (L) auf Signifikanz der Unterschiede

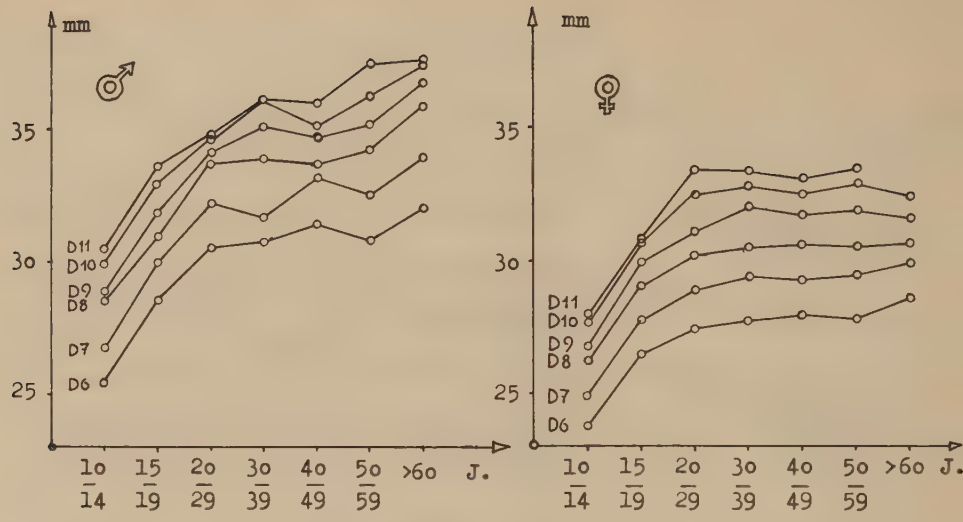

Abb. 4 Mediane Wirbelkörperlänge L des Normalkollektivs

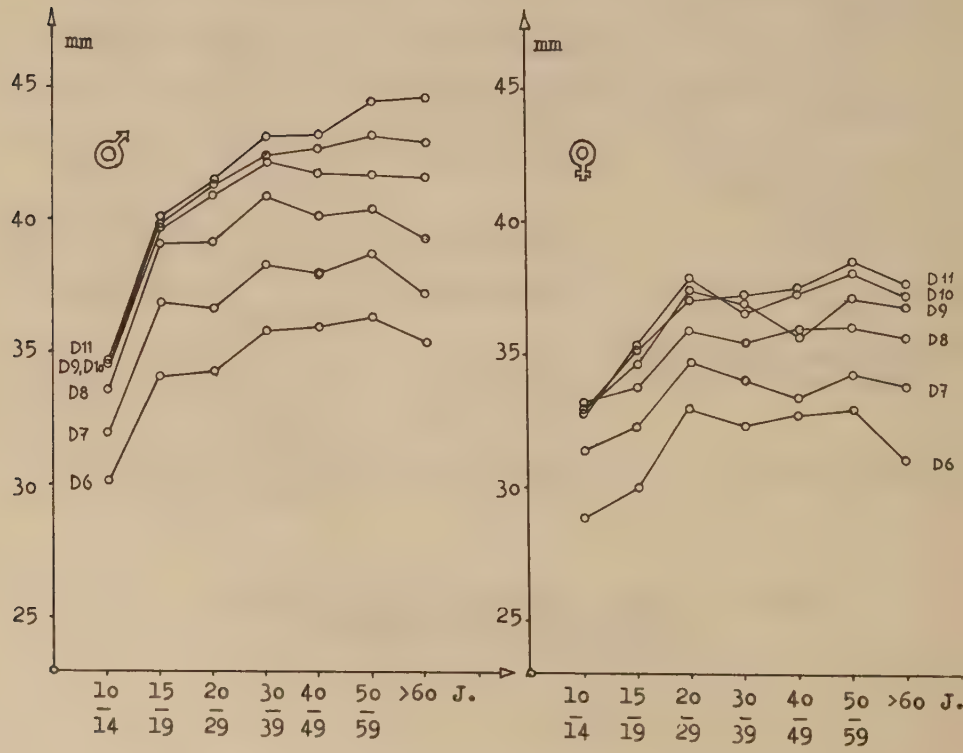

Abb. 5 Mediane Wirbelkörperlänge L bei M. Scheuermann

6.3. Die Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbelkörpertaille an der rechten Wirbelseite

Die Differenz der Breite der Grundplatte an der rechten Seite zur Wirbelkörpertaille (A), im folgenden als rechte basale Wirbelkörperecke bezeichnet, ist unter Berücksichtigung der starken Streuung dieses kleinen Maßes an allen Wirbeln sowohl im Normalkollektiv als auch bei M. Scheuermann gleich (Tab. 4,5,7,8, Abb. 6). In Abb. 6 ist daher der Wert A nur bei den Wirbeln D 6, D 9, und D 11 angeführt. Um die Tendenz der Altersveränderung dieses Wertes besser erfassen zu können, wurde der Mittelwert aller Wirbel jeder Altersgruppe errechnet (vergl. Abb. 7). Die rechte basale Wirbelkörperecke wird bei Männern bis zum Beginn des Erwachsenenalters im Durchschnitt um fast 2 mm breiter, eine weitere geringe Verbreiterung erfolgt erst nach dem 6o. Lebensjahr durch die sich erst dann bemerkbar machende Spondylosis deformans. Der sehr geringe Anstieg der Verbreiterung der basalen Wirbelkörperecke ist ein Beweis für die sorgfältige Eliminierung aller Fälle mit starker bzw. frühzeitiger Spondylosis. Bei Frauen ist sowohl in der Jugend, als auch in der späten Altersphase die Verbreiterung der Wirbelkörperbasis gegenüber der Taille geringer.

Bei M. Scheuermann ist die basale Wirbelkörperecke kaum breiter als beim Normalkollektiv. Die Verbreiterung ist nicht signifikant.

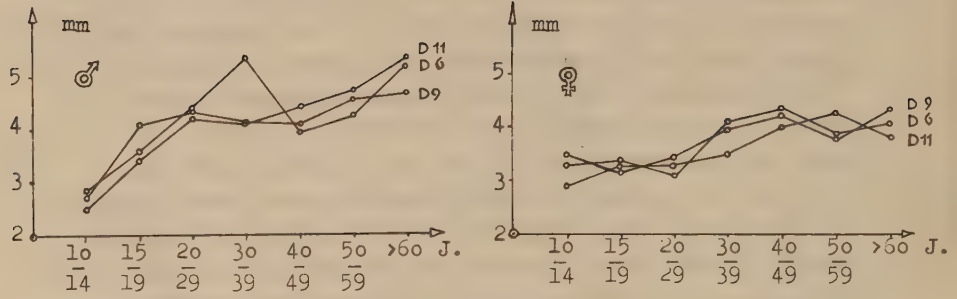

Abb. 6 Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille an der rechten Wirbelseite(A), Normalkollektiv.

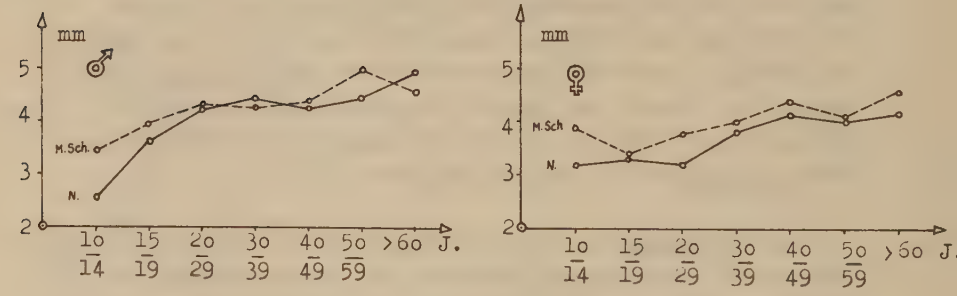

Abb.7 Mittelwerte der Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille an der rechten Wirbelseite von D 6 - D 11 jeder Altersgruppe beim Normalkollektiv und bei M. Scheuermann (A).

6.4.1. Die vordere und die hintere Wirbelkörperhöhe beim Normalkollektiv

Beim Normalkollektiv ist bei beiden Geschlechtern und in allen Altersgruppen zwischen der vorderen und hinteren Wirbelkörperhöhe nur eine Differenz von höchstens 2 mm, d.h., normalerweise sind D 6 bis D 11 nur sehr gering keilförmig.

Beim männlichen Geschlecht vollzieht sich das stärkste Wachstum nicht wie bei der Breite und medianen Länge in den beiden ersten, sondern nur zwischen der ersten und der zweiten Altersgruppe. Das Wachstum der vorderen und hinteren Wirbelkörperhöhe hält an allen Wirbeln bis ins Senium an, bei den Wirbelkörpern D 9 bis D 11 stärker als bei D 6 bis D 8.

Beim weiblichen Geschlecht ist im Gegensatz zu den bisherigen Meßwerten der Ausgangspunkt der ersten Altersgruppe größer als beim männlichen. Der juvenile Wachstumsimpuls ist allerdings beim weiblichen Geschlecht viel geringer, sodaß schon in der zweiten Altersgruppe die vordere und die hintere Wirbelkörperhöhe niedriger sind als bei Männern. Im Erwachsenenalter ist kaum eine Höhenzunahme festzustellen, nach dem 3o. Lebensjahr tritt sogar eine geringe, die Signifikanzgrenze nicht erreichende Abnahme ein, welche vordere und hintere Wirbelkörperhöhe in gleichem Maße betrifft.

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s
1o–14 J.	vH	12	18,oo	1,31	15	18,4o	1,54	15	19,oo	1,99	14	2o,o7	2,21	14	21,5o	2,39	14	22,89	1,82
	hH	12	2o,13	1,76	14	19,86	1,57	15	2o,o3	1,96	14	2o,86	2,95	14	21,93	2,17	14	23,o4	2,1o
	vD	12	21,54	1,78	14	22,46	1,45	15	23,6o	1,8o	14	24,86	1,25	14	26,57	1,41	14	28,29	1,46
	hD	11	23,55	2,o7	14	24,32	1,62	15	24,77	1,56	14	25,79	1,6o	14	26,61	1,36	14	28,46	1,83
15–19 J.	vH	14	23,79	2,33	13	23,85	2,68	13	24,35	3,15	12	25,17	3,39	13	27,22	2,45	13	28,65	2,92
	hH	14	25,75	2,46	13	25,27	2,78	13	25,85	3,19	13	26,o4	3,o8	13	27,42	2,75	13	29,23	3,oo
	vD	14	26,61	1,85	13	27,31	2,38	13	27,85	2,44	13	29,23	2,91	13	31,27	2,o9	13	33,o4	2,94
	hD	14	29,11	2,o9	13	29,31	2,52	13	29,o4	2,91	13	29,54	2,84	13	31,65	2,31	13	33,38	2,98
2o–29 J.	vH	13	24,81	1,82	15	24,95	2,o4	14	25,39	2,48	13	26,27	2,66	11	27,82	2,57	11	29,18	2,o9
	hH	13	26,42	1,81	15	26,9o	2,19	14	27,46	1,65	13	27,77	1,59	11	28,77	1,79	11	29,99	2,o6
	vD	13	27,42	2,12	15	27,57	2,o3	14	28,61	2,51	13	29,58	2,49	11	33,32	2,41	11	34,oo	2,42
	hD	12	29,29	2,44	14	29,68	2,o4	12	3o,21	1,7o	11	3o,73	2,23	1o	32,35	2,26	1o	34,5o	3,o6
3o–39 J.	vH	18	25,17	1,78	17	25,56	2,o5	14	25,96	2,55	13	26,58	3,41	14	28,18	2,64	12	3o,42	2,96
	hH	18	27,11	1,65	17	27,65	1,95	14	28,21	2,63	13	28,46	2,89	14	29,36	2,86	12	31,29	3,17
	vD	18	26,97	1,69	17	27,94	2,13	14	29,oo	2,35	13	3o,oo	2,77	14	32,14	2,46	12	34,54	2,82
	hD	18	29,47	2,25	17	3o,12	2,15	13	3o,5o	2,11	12	31,46	2,15	13	32,69	2,88	11	35,oo	3,o3
4o–49 J.	vH	9	25,2o	1,15	9	25,o6	o,88	1o	25,9o	1,47	11	27,64	1,5o	11	29,27	1,29	9	3o,67	1,82
	hH	9	26,5o	1,32	9	26,56	o,98	1o	26,8o	1,42	11	27,95	1,82	11	29,41	1,45	9	31,11	2,o4
	vD	9	27,2o	1,oo	9	27,72	1,15	1o	28,95	1,o9	11	3o,9o	1,85	11	33,14	1,69	9	35,5o	2,4o
	hD	9	29,5o	1,12	9	3o,28	1,3o	1o	3o,35	1,27	11	31,23	1,65	11	33,41	1,34	9	36,17	1,92
5o–59 J.	vH	15	25,37	1,58	15	25,3o	2,11	17	25,88	1,89	17	27,21	1,97	16	28,91	2,o9	14	3o,39	2,21
	hH	15	26,67	1,4o	14	27,o3	1,o6	17	27,35	1,43	17	28,15	1,48	16	29,44	1,81	14	31,71	2,o1
	vD	15	27,67	1,85	15	27,9o	1,9o	16	29,13	1,97	17	3o,76	2,o1	16	33,41	2,17	14	34,93	2,57
	hD	13	29,81	o,9o	14	3o,5o	o,96	15	31,27	1,16	16	31,88	1,41	16	33,53	1,73	14	35,79	2,26
üb.6o J.	vH	13	26,oo	1,53	14	26,54	1,55	14	27,25	2,o4	14	28,21	1,49	14	3o,o7	1,9o	14	31,61	1,51
	hH	13	27,73	1,54	14	28,39	1,46	14	28,96	1,67	14	29,5o	1,61	14	3o,61	1,2o	14	32,39	1,65
	vD	13	28,31	1,95	14	29,14	1,45	14	3o,43	2,16	14	31,82	1,42	14	34,46	2,27	14	35,75	1,84
	hD	13	31,oo	1,31	14	31,64	1,46	14	32,61	1,63	14	32,96	1,o5	14	34,14	1,34	14	36,57	1,45

Tab.14 Männliches Normalkollektiv.
Vordere und hintere Wirbelkörperhöhe (vH, hH) sowie Abstand der unteren ventralen und dorsalen Wirbelkörperecken benachbarter Wirbel (vD, hD) in mm

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	x	s	n	x	s	n	x	s	n	x	s	n	x	s	m	x	s
1o-14 J.	vH	14	19,86	2,43	16	2o,28	2,69	17	2o,94	2,69	17	21,76	2,56	17	23,18	2,49	17	24,38	2,61
	hH	14	21,o4	2,62	16	21,5o	2,62	17	21,91	2,67	17	22,12	2,27	17	23,32	2,44	17	24,89	2,68
	vD	14	23,oo	1,93	16	23,63	2,13	17	24,5o	2,24	17	25,56	2,o9	17	27,oo	2,1o	17	28,62	2,14
	hD	14	24,39	1,88	16	25,o3	2,oo	17	25,82	1,88	17	26,o9	1,12	17	27,41	1,91	17	29,18	2,17
15-19 J.	vH	25	22,6o	2,o2	28	22,91	2,11	28	23,84	1,9o	29	25,24	2,14	3o	26,73	2,12	27	27,56	2,32
	hH	25	24,24	2,1o	28	24,61	2,o9	28	25,16	2,o2	29	25,69	2,o4	3o	27,o3	2,25	27	28,54	2,48
	vD	25	24,78	2,o9	28	25,46	1,97	28	26,79	1,99	29	28,26	2,o9	3o	29,67	2,o9	27	31,13	2,43
	hD	25	26,78	1,96	28	27,45	2,15	28	28,oo	2,o1	29	28,55	2,o1	3o	3o,13	2,35	27	32,26	2,51
2o-29 J.	vH	25	23,56	1,43	27	23,65	1,65	28	24,18	1,76	26	25,42	1,33	26	27,44	1,42	26	28,75	1,99
	hH	25	24,88	1,62	27	25,33	1,77	28	25,71	1,71	26	26,o8	1,38	26	27,94	1,73	26	3o,o4	2,23
	vD	25	25,62	1,55	27	25,93	1,87	28	27,o4	1,82	26	28,23	1,18	26	3o,65	1,59	26	32,69	2,o4
	hD	22	27,32	1,68	24	27,94	1,43	25	28,36	1,55	23	28,83	1,48	23	3o,48	1,63	23	33,43	2,13
3o-39 J.	vH	25	23,42	1,54	25	23,9o	1,65	22	24,68	1,69	24	25,71	1,58	22	27,7o	1,59	22	29,18	2,o8
	hH	25	25,24	1,46	25	25,66	1,6o	22	26,32	1,69	24	27,o2	1,83	22	27,95	1,61	22	29,93	2,26
	vD	25	25,36	1,79	25	26,84	2,81	22	27,5o	1,92	24	28,73	2,oo	22	3o,59	2,64	22	32,82	3,29
	hD	23	27,5o	1,67	24	28,38	1,9o	21	29,oo	1,78	23	29,43	2,o2	21	3o,9o	2,o8	2o	33,68	2,83
4o-49 J.	vH	24	23,44	1,65	25	23,98	1,65	27	24,67	1,67	26	25,56	1,56	26	27,56	1,34	23	28,85	1,15
	hH	24	24,98	1,88	25	25,64	1,62	27	26,28	1,57	26	26,44	1,64	26	28,o8	1,78	23	29,89	1,25
	vD	24	25,5o	1,65	25	26,44	1,73	27	27,63	1,68	26	29,oo	2,19	26	31,35	1,64	23	33,24	1,38
	hD	23	27,67	1,66	24	28,73	1,41	27	29,29	1,66	25	29,56	1,77	25	31,5o	1,66	22	33,95	1,72
5o-59 J.	vH	21	23,24	1,32	23	23,5o	1,4o	22	24,36	1,38	23	25,79	1,67	24	26,73	5,47	22	29,41	1,8o
	hH	21	24,64	1,29	23	25,26	1,57	22	25,48	1,35	23	26,41	2,o7	24	28,42	1,98	22	3o,34	2,21
	vD	21	25,17	1,25	23	25,98	1,65	22	27,61	2,85	23	28,83	1,84	24	31,15	1,75	22	33,73	1,82
	hD	19	27,45	1,67	2o	28,2o	1,66	2o	28,4o	1,24	2o	29,38	1,45	2o	3o,93	1,49	18	33,53	1,93
üb.6o J.	vH	25	22,53	1,54	25	22,81	1,65	22	23,74	1,69	24	25,o5	1,58	22	26,87	1,59	22	28,34	2,o8
	hH	25	24,28	1,46	25	24,47	1,6o	22	25,35	1,69	24	25,87	1,83	22	27,39	1,61	22	29,39	2,26
	vD	25	24,34	1,79	25	24,83	2,81	22	26,41	1,92	24	27,97	2,oo	22	3o,29	1,87	22	32,58	3,29
	hD	23	27,o9	1,67	24	27,25	1,9o	21	28,o9	1,78	23	28,84	2,o2	21	3o,5o	2,o8	2o	32,82	2,83

Tab.15 Weibliches Normalkollektiv.
Vordere und hintere Wirbelkörperhöhe (vH, hH) sowie Abstand der unteren ventralen und dorsalen Wirbelkörperecken benachbarter Wirbel (vD,hD)in mm

		Zuwachs zwischen			
		Altersgr. 1 - 3 (AG 3 = 100 %)		Altersgr. 3 - 7 (AG 7 = 100 %)	
	Wirbelkörper	♂	♀	♂	♀
vH	D 6	27,5 %	15,6 %	3,3 %	- 4,5 %
	D 7	26,2 %	14,2 %	6,0 %	- 3,8 %
	D 8	25,0 %	13,4 %	6,9 %	- 1,8 %
	D 9	23,6 %	14,5 %	6,9 %	- 1,8 %
	D 10	22,8 %	15,6 %	7,7 %	- 2,1 %
	D 11	21,5 %	15,2 %	7,8 %	- 1,3 %
hH	D 6	23,8 %	15,4 %	4,6 %	- 2,4 %
	D 7	26,9 %	15,0 %	5,3 %	- 3,2 %
	D 8	27,0 %	14,7 %	5,1 %	- 1,3 %
	D 9	27,5 %	15,2 %	5,9 %	- 0,8 %
	D 10	23,6 %	16,6 %	6,0 %	- 2,3 %
	D 11	23,0 %	17,2 %	7,4 %	- 2,3 %

Tab. 16 Zuwachs der vorderen (vH) und hinteren (hH) Wirbelkörperhöhe beim Normalkollektiv im Wachstumsalter (Altersgr. 1 - 3) und Erwachsenenalter (Altersgr. 3 - 7)

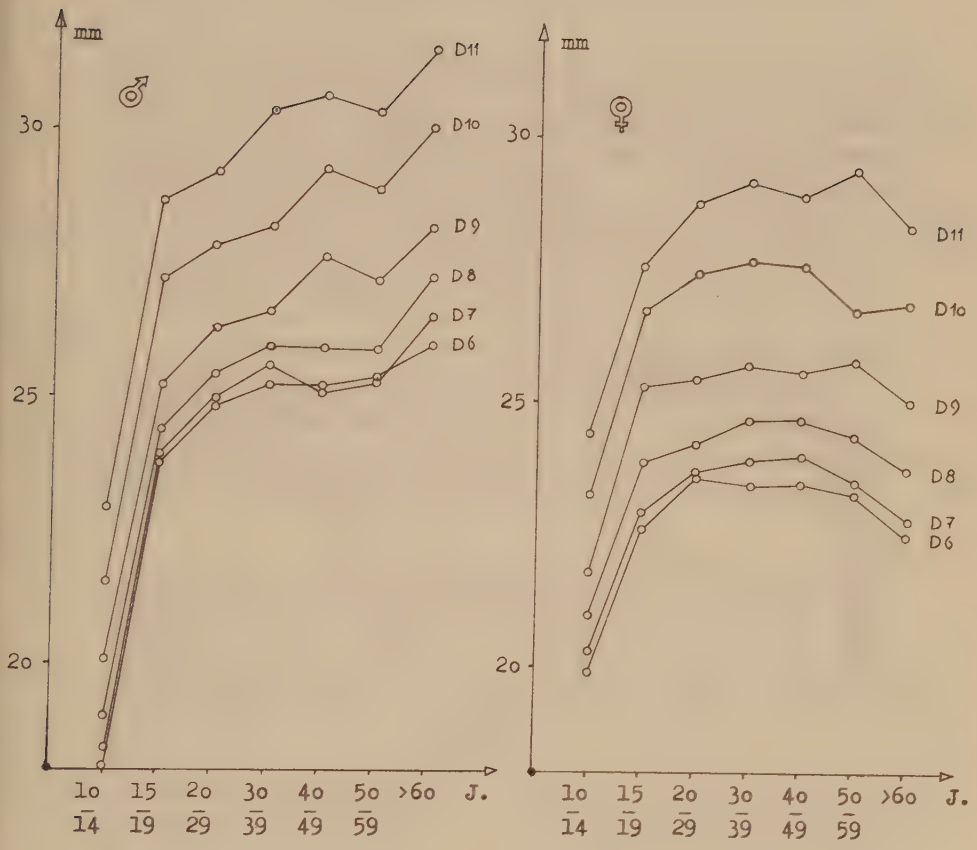

Abb. 8 Die vordere Wirbelkörperhöhe (vH) beim Normalkollektiv

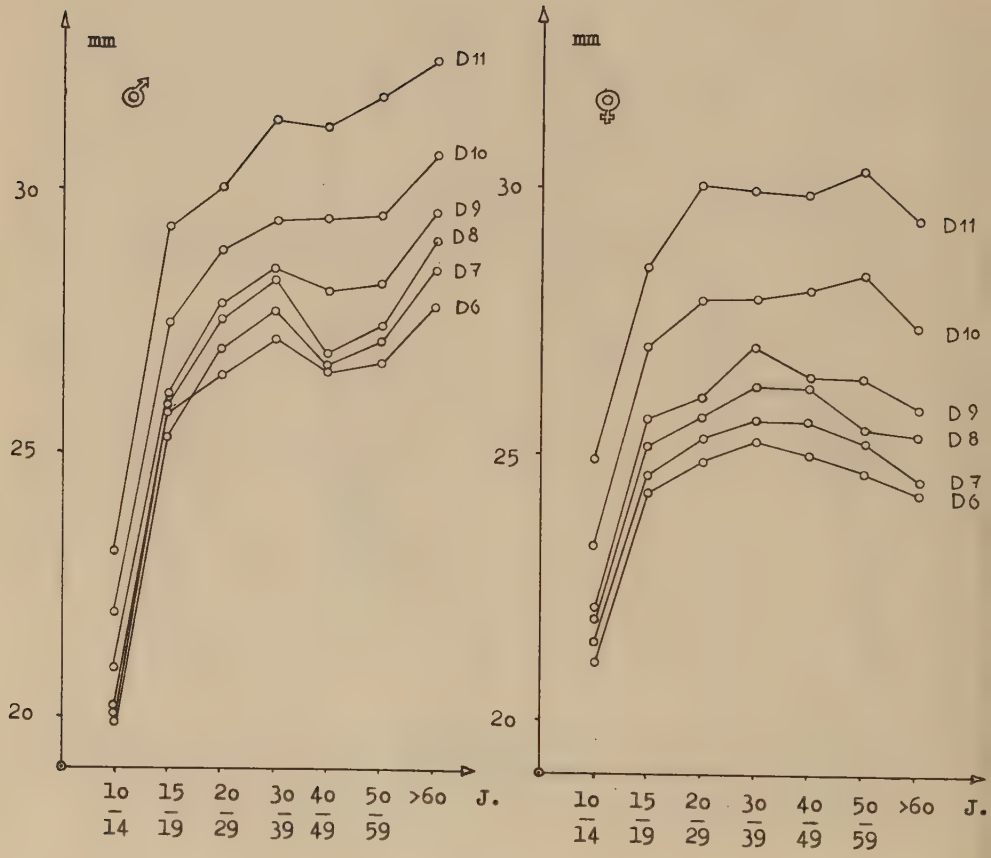

Abb. 9 Die hintere Wirbelkörperhöhe (hH) beim Normalkollektiv

6.4.2. Die vordere und die hintere Wirbelkörperhöhe bei M. Scheuermann

Bei M. Scheuermann ist die vordere Wirbelkörperhöhe in der ersten Altersgruppe höher als beim Normalkollektiv. In den folgenden Altersgruppen ist sie so gering niedriger, daß diese relative Höhenminderung, vor allem bei Männern, dadurch zustande zu kommen scheint, daß bei M. Scheuermann im Gegensatz zur normalen Wirbelsäule an den Wirbelkörpern kein Höhenwachstum mehr erfolgt.

Beim weiblichen Kollektiv ist das präpubertäre Höhenwachstum besonders an der vorderen Wirbelkörperhöhe noch ausgeprägter als beim männlichen. Die um das 3o. bis 4o. Lebensjahr beginnende Erniedrigung der Wirbelkörper ist hier noch deutlicher als am vergleichbaren Normalkollektiv.

Bei beiden Geschlechtern ist das deutliche Überwiegen der hinteren Wirbelkörperhöhe gegenüber der vorderen und gegenüber der Norm, damit auch die typische Keilform der Wirbelkörper, schon in der ersten Altersgruppe vorhanden und verstärkt sich im Erwachsenenalter praktisch nicht- das Sistieren des Höhenwachstums ist also komplett.

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s	n	$\bar{x}$	± s
1o-14 J.	vH	9	19,o6	2,63	9	19,39	3,3o	8	2o,31	3,63	7	23,86	5,81	7	24,57	3,4o	6	25,33	2,94
	hH	9	23,44	3,31	9	23,67	3,2o	8	24,88	2,9o	7	25,43	2,17	7	27,43	3,17	6	27,5o	3,33
	vD	9	23,94	2,26	9	24,5o	2,46	8	25,o6	2,78	7	27,21	2,79	7	29,43	2,57	6	3o,33	1,99
	hD	9	26,56	2,o7	9	27,39	2,4o	8	28,oo	2,31	7	28,71	2,56	7	3o,o7	2,56	6	31,17	2,o7
15-19 J.	vH	23	23,74	2,43	23	23,33	2,14	24	24,oo	2,19	22	24,91	2,91	18	27,22	2,72	17	28,38	2,72
	hH	23	28,26	2,49	23	28,43	2,34	24	28,67	2,3o	22	29,oo	2,17	18	3o,oo	2,3o	17	31,32	2,23
	vD	23	27,o9	1,8o	23	27,63	1,97	24	27,69	1,98	22	29,o9	2,74	18	32,o3	2,54	17	33,91	3,5o
	hD	23	3o,74	2,28	23	31,3o	2,27	24	31,52	2,32	22	31,98	2,29	18	33,19	2,33	17	34,38	2,49
2o-29 J.	vH	19	25,oo	2,2o	19	23,61	2,78	2o	24,3o	3,42	18	25,42	2,75	18	27,92	2,66	13	29,19	2,42
	hH	19	28,97	1,59	19	29,11	1,7o	2o	29,1o	2,11	18	3o,11	1,68	18	31,33	1,64	13	33,oo	2,44
	vD	18	27,64	2,13	19	26,97	2,78	2o	28,3o	3,56	18	3o,14	2,95	18	32,75	3,43	13	34,54	2,51
	hD	15	31,3o	2,24	16	31,44	1,77	16	31,88	1,72	15	32,47	1,87	15	33,23	1,97	12	36,13	1,82
3o-39 J.	vH	19	24,84	1,76	2o	24,4o	2,83	19	24,47	2,92	17	26,o3	3,16	15	28,77	2,96	15	29,63	2,72
	hH	19	28,89	1,74	2o	28,8o	1,81	19	29,16	1,69	17	29,97	2,14	15	31,64	2,22	15	34,2o	2,35
	vD	19	27,45	1,66	2o	27,25	2,81	19	28,11	2,84	17	3o,76	3,29	15	33,5o	2,83	15	35,13	3,48
	hD	16	3o,o3	1,7o	17	3o,73	1,66	16	3o,94	2,38	14	32,o4	2,44	14	33,96	2,37	15	36,3o	3,74
4o-49 J.	vH	21	24,83	1,4o	23	24,2o	1,61	23	24,3o	1,74	2o	25,o5	2,65	17	27,o3	2,56	16	28,72	2,11
	hH	21	28,4o	1,73	23	29,15	1,58	23	29,37	1,67	2o	29,55	2,o1	17	3o,32	1,6o	16	32,25	1,84
	vD	21	27,64	1,72	23	27,35	1,93	23	28,24	2,o7	2o	29,78	2,79	17	32,68	2,53	16	34,75	2,1o
	hD	21	3o,62	1,56	23	31,28	1,79	23	31,65	1,6o	2o	32,15	1,83	17	33,85	2,17	16	36,13	2,28
5o-59 J.	vH	19	23,82	1,92	18	24,25	2,o7	2o	24,35	1,93	19	25,71	1,56	17	28,15	1,53	15	28,97	2,o2
	hH	19	28,84	1,7o	18	29,19	1,82	2o	29,73	1,59	19	3o,11	1,42	17	31,35	1,93	15	33,4o	2,16
	vD	19	26,47	2,oo	17	27,24	2,14	2o	28,13	2,23	19	29,87	2,o2	17	32,85	2,o9	15	35,27	2,37
	hD	19	31,o8	1,58	18	31,81	2,12	2o	32,4o	1,73	19	32,68	1,6o	17	34,38	1,94	15	37,23	2,24
üb.6o J.	vH	19	24,87	2,o7	19	24,37	2,18	18	24,86	2,o6	18	26,o6	2,19	17	27,47	2,68	14	28,46	3,o7
	hH	19	28,45	2,2o	19	28,74	1,99	18	29,33	2,o3	18	3o,14	2,oo	17	31,44	2,42	14	33,46	2,14
	vD	19	27,42	3,o2	18	28,36	5,47	18	28,14	2,39	18	3o,11	2,36	17	32,41	2,98	14	33,29	3,o4
	hD	19	3o,47	1,93	19	3o,95	1,81	18	31,78	1,83	18	32,81	1,93	17	33,76	2,34	14	36,11	2,61

Tab.17 Männliches Kollektiv mit M.Scheuermann.
Vordere und hintere Wirbelkörperhöhe (vH, hH) sowie Abstand der unteren ventralen und dorsalen Wirbelkörperecken benachbarter Wirbel (vD,hD)in mm

Alter		D 6			D 7			D 8			D 9			D 1o			D 11		
		n	x̄	± s	n	x̄	± s	n	x̄	± s	n	x̄	± s	n	x̄	± s	n	x̄	± s
1o-14 J.	vH	5	2o,4o	2,88	6	21,oo	3,16	6	21,58	1,74	6	23,oo	2,35	6	26,5o	1,73	5	28,2o	2,8o
	hH	5	24,5o	2,65	6	24,75	1,72	6	25,oo	2,oo	6	25,75	o,99	5	27,6o	1,34	5	29,7o	2,44
	vD	5	23,6o	2,51	6	23,5o	3,27	6	24,92	2,13	6	26,5o	2,81	5	29,9o	1,43	5	32,2o	2,56
	hD	5	26,4o	2,1o	6	27,oo	2,51	6	26,92	2,15	6	28,o8	1,56	5	3o,oo	2,oo	5	32,6o	2,88
15-19 J.	vH	15	22,o7	2,29	15	21,17	2,oo	15	22,63	2,18	15	24,1o	1,85	14	25,1o	2,25	14	27,46	1,91
	hH	15	26,23	1,71	15	26,77	1,76	15	27,o3	1,78	15	27,73	1,98	14	28,29	2,16	14	3o,32	2,31
	vD	15	24,53	2,23	15	24,o7	2,58	15	25,87	2,41	15	27,9o	1,79	14	29,o7	3,o8	14	32,o7	2,17
	hD	14	28,21	1,27	15	28,63	1,72	15	29,47	1,71	15	29,73	1,75	14	3o,89	1,84	14	33,57	2,46
2o-29 J.	vH	5	22,1o	1,14	6	22,75	1,81	6	22,58	o,8o	6	23,92	1,o7	6	26,75	1,o8	6	28,67	1,37
	hH	5	26,4o	1,29	6	26,75	1,7o	6	27,oo	1,26	6	28,oo	1,55	6	28,75	1,6o	6	31,42	1,69
	vD	5	24,7o	1,3o	6	25,25	2,12	6	25,67	1,17	6	27,5o	1,o5	6	3o,17	o,52	6	32,67	1,21
	hD	5	28,3o	1,2o	6	28,83	1,75	6	29,33	1,37	6	29,92	1,36	6	31,oo	1,92	6	33,83	1,33
3o-39 J.	vH	7	23,o7	o,94	7	22,93	1,93	7	24,57	2,36	7	25,71	1,71	5	28,7o	2,o8	4	29,63	2,56
	hH	7	26,36	1,25	7	27,36	1,58	7	27,29	1,3o	7	27,79	1,13	5	3o,4o	o,65	4	33,38	1,65
	vD	7	25,29	o,78	7	25,14	2,o7	7	27,79	2,51	7	29,29	2,oo	5	32,2o	2,49	4	33,5o	2,o4
	hD	7	28,oo	1,29	7	29,36	1,73	7	29,43	1,5o	7	3o,64	1,64	4	32,2o	1,25	4	35,25	1,85
4o-49 J.	vH	6	22,o8	o,8o	6	22,3o	o,93	6	23,o8	o,38	5	24,oo	o,71	5	27,2o	1,44	5	28,5o	1,37
	hH	6	25,92	1,69	6	27,o8	o,92	6	26,92	1,91	5	27,4o	1,64	5	3o,2o	o,76	5	32,3o	o,76
	vD	6	24,25	1,13	6	25,17	1,75	6	25,67	1,83	5	27,5o	1,oo	5	31,oo	2,21	5	33,4o	2,o7
	hD	6	27,67	1,37	6	29,oo	1,47	6	29,42	2,o4	5	3o,4o	1,82	5	32,5o	o,87	5	34,7o	o,84
5o-59 J.	vH	23	22,59	1,61	27	23,o9	1,83	27	23,17	1,8o	26	24,67	2,12	25	26,52	2,79	21	27,48	2,16
	hH	23	26,13	2,o1	27	26,98	2,o8	27	27,57	1,95	26	27,71	2,17	25	29,48	2,75	21	3o,62	2,o5
	vD	23	24,63	1,6o	27	25,78	1,74	27	26,59	1,89	26	28,42	2,o8	25	3o,34	2,5o	21	32,o7	2,24
	hD	2o	28,o5	1,51	27	29,oo	1,65	26	29,56	1,52	24	29,56	1,7o	23	31,47	2,32	21	33,93	2,63
üb.6o J.	vH	22	22,45	1,84	23	21,67	2,41	25	22,12	2,22	22	23,75	2,34	22	26,53	1,8o	19	27,58	2,93
	hH	22	26,o5	1,66	23	26,96	1,47	25	26,84	1,46	22	27,32	2,22	22	28,93	2,o2	19	31,13	1,93
	vD	22	24,11	2,12	23	23,65	2,46	24	24,96	1,96	22	26,86	2,13	22	29,86	2,24	19	32,39	3,81
	hD	2o	28,13	2,1o	21	28,57	2,39	22	28,93	1,92	2o	29,8o	1,9o	2o	31,48	1,87	17	33,82	1,91

Tab.18 Weibliches Kollektiv mit M.Scheuermann.
Vordere und hintere Wirbelkörperhöhe (vH,hH) sowie Abstand der unteren ventralen und dorsalen Wirbelkörperecken benachbarter Wirbel (vD,hD) in mm.

		Zuwachs zwischen Altersgr. 1 - 3 (AG 3 = 1oo %)		Altersgr. 3 - 7 (AG 7 = 1oo %)	
	Wirbelkörper	♂	♀	♂	♀
vH	D 6	23,8 %	7,6 %	- o,5 %	1,6 %
	D 7	18,o %	7,6 %	3,o %	- 4,9 %
	D 8	16,4 %	4,5 %	2,3 %	- 2,o %
	D 9	6,3 %	3,7 %	2,4 %	- o,8 %
	D 1o	12,o %	o,8 %	- o,2 %	- o,9 %
	D 11	13,o %	1,6 %	- 2,4 %	- 4,1 %
hH	D 6	19,o %	7,1 %	- 1,7 %	- 1,3 %
	D 7	18,7 %	7,5 %	- 1,3 %	o,8 %
	D 8	14,5 %	7,4 %	o,6 %	- o,6 %
	D 9	15,5 %	8,o %	o,1 %	- 2,7 %
	D 1o	12,3 %	4,o %	o,5 %	o,6 %
	D 11	16,6 %	5,4 %	1,4 %	- 1,o %

Tab. 19 Zuwachs der vorderen (vH) und hinteren (hH) Wirbelkörperhöhe bei M. Scheuermann im Wachstumsalter (Altersgr. 1 - 3) und Erwachsenenalter (Altersgr. 3 - 7)

Signifikanzprüfung am weibl. Normalkoll., AG 7, zw. vord. und hint. Wirbelkörperhöhe	signifikant : D 6 (t = 2,85, o,o1 P o,oo5 D 7 D 8 (t = 2,78, P = o,o1) D 9 (t = 2,35, o,o5 P o,o1) nicht signif.: D 1o (t = o,78, o,5 P o,1) D 11
am weibl. Normalkoll., vordere Höhe vH, zw. AG 4 und AG 7	signifikant : D 7 (t = 2,23, o,o5 P o,o1) nicht signif.: D 8 (t = 1,88, o,1 P o,o5) und übrige

Tab. 2o V ergleich von Mittelwerten für die vordere und hintere Wirbelkörperhöhe (vH, hH) auf Signifikanz der Unterschiede

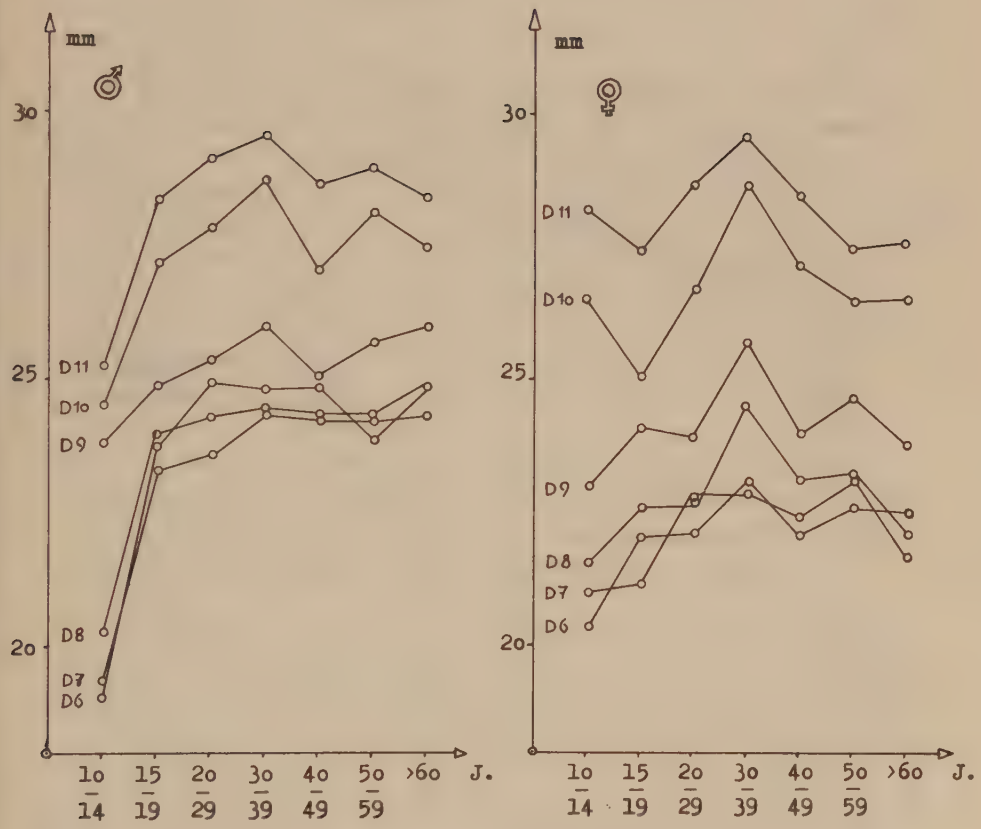

Abb. 10 Die vordere Wirbelkörperhöhe (vH) bei M. Scheuermann

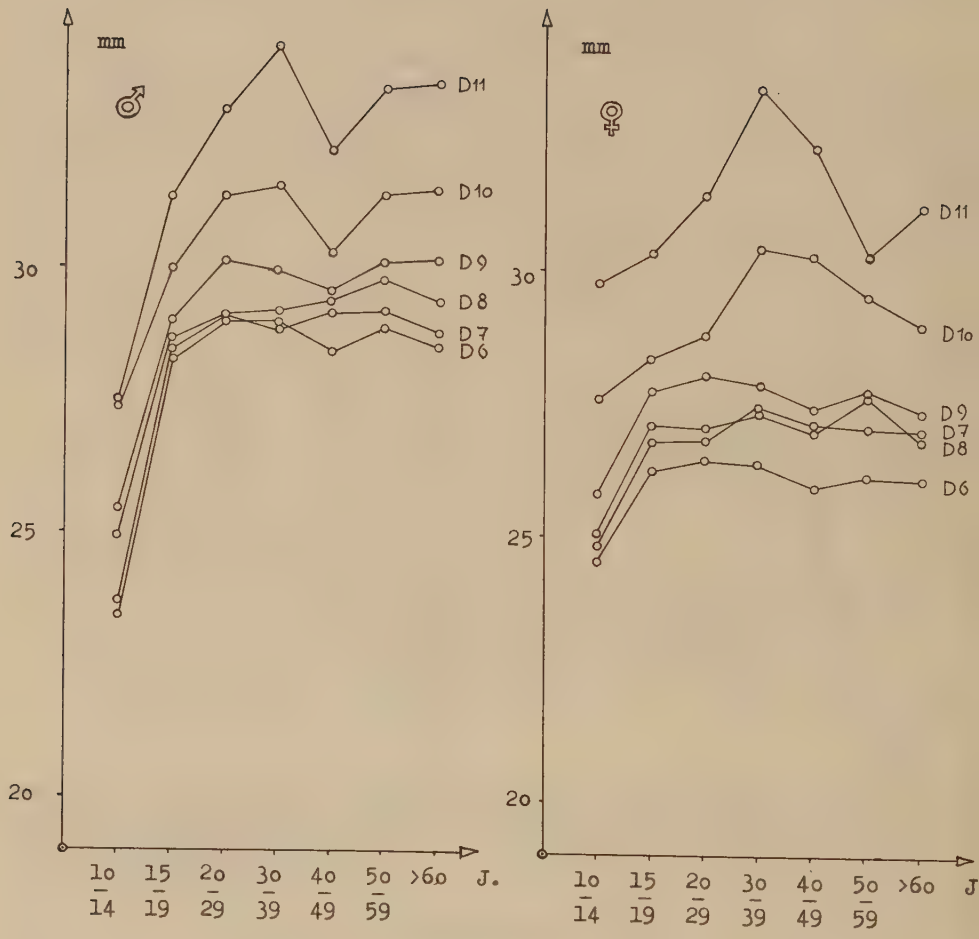

Abb. 11 Die hintere Wirbelkörperhöhe (hH) bei M. Scheuermann

6.5. Die vordere und die hintere Bandscheibenhöhe beim Normalkollektiv und bei M. Scheuermann

Die vordere und hintere Bandscheibenhöhe ist bei D 6 bis D 8 geringfügig niedriger als bei D 9 bis D 11. Außerdem sind die Bandscheiben beim weiblichen Geschlecht im Durchschnitt gering niedriger als beim männlichen (Tab. 14,15). Um bei den geringen Dimensionen und bei der deutlichen Streuung die Gesamttendenz besser erkennen zu können, wurde der Mittelwert aller Bandscheibenhöhen für jede Altersgruppe errechnet. Vordere und hintere Bandscheibenhöhe sind gleich. Genau wie die Wirbelkörper sind auch die Bandscheiben im Normalkollektiv nach vorn zu nicht wesentlich keilförmig.

Bei beiden Geschlechtern nimmt die röntgenologische Bandscheibenhöhe bis zum Erwachsenenalter durch Ossifikation der knochennahen Knorpelschichten ab. Im gesamten Erwachsenenalter bleibt die Bandscheibe annähernd gleich hoch.

Sowohl beim männlichen als auch beim weiblichen Kollektiv mit M. Scheuermann lassen sich ventral gegenüber der Norm erhöhte, dorsal dagegen verschmälerte Bandscheiben feststellen. Bei Männern ist dabei diese Veränderung deutlicher als bei Frauen (Tab. 17,18).

7. Diskussion

Die Wirbelkörperbreite

Die Wirbelkörper beim männlichen Geschlecht erwiesen sich weiblichen gegenüber schon ab der ersten Altersgruppe als signifikant breiter. Außerdem unterscheiden sich die beiden Geschlechter auch hinsichtlich der Wachstumsaktivität: bei Frauen ist der stärkste Breitenwachstumsschub schon nach der zweiten Altersgruppe, also noch vor dem Erwachsenenalter abgeschlossen, bei Männern dauert er bis zum Beginn des Erwachsenenalters an. Die prozentuale Breitenzunahme im Erwachsenenalter ist für die Wirbelkörper D 6 bis D 8 bei Männern größer als bei Frauen, während die unteren Brustwirbelkörpern bei Frauen in diesem Zeitabschnitt noch eine größere Fähigkeit zum Breitenwachstum zu besitzen scheinen als bei Männern. Dieses Ergebnis dürfte mit den Untersuchungen von FISCHER und GIERE in Einklang zu bringen sein, die die relative und sogar absolute Verbreiterung der Lendenwirbel bei Frauen im Senium festgestellt haben.

Als weitere Besonderheit an den unteren Brustwirbelkörpern, vorzugsweise an D lo und D ll, fiel auf, daß sie innerhalb einer Altersgruppe einen stärkeren und auch ungleichmäßigeren Breitenzuwachs verzeichnen als D 6 bis D 9.

Die erst in neuerer Zeit mitgeteilten Beobachtungen LINDEMANNS, TEXIERS und GÖBS, daß bei M. Scheuermann Verbreiterungen von Wirbelkörpern vorkommen, haben sich an einer großen Zahl von Fällen bestätigt. Schon ab der ersten Altersgruppe sind die Wirbelkörper beider Geschlechter der Norm gegenüber signifikant verbreitert. Hinsichtlich der Wachstumsrate zeigen die beiden Geschlechter ein sehr unterschiedliches Verhalten. Mit Ausnahme der ersten Alters-

gruppe liegt der prozentuale Wachstumszuwachs bei Männern deutlich über dem bei Frauen und gleichzeitig über dem der Norm, während beim weiblichen Kollektiv diese prozentuale Wachstumszunahme bei M. Scheuermann im Vergleich zur Norm fast durchweg geringer ist.

Da der Breitenzuwachs im Vergleich zur Norm bereits im Alter von 10-14 Jahren signifikant ist, wäre es aufschlußreich zu wissen, ab welchem frühesten Alter der M. Scheuermann zu einer signifikanten Verbreiterung der Wirbelkörper führt. Allerdings bereitet in diesem Alter bei noch nicht ausgeprägtem Vollbild die Diagnose eines M. Scheuermann nach den oben aufgeführten Kriterien nicht selten Schwierigkeiten. Die oft verspätete Diagnosestellung wirkt erschwerend, ein genügend großes Kollektiv präpubertärer Wirbelsäulen mit M. Scheuermann zu erhalten. Der verbreitete Wirbelkörper ist nach den vorliegenden Untersuchungen ein weiteres Zeichen eines M. Scheuermann, das sogar als ein Frühsymptom gewertet werden kann.

Wie es bereits aus dem Grad der Breitenveränderung ersichtlich ist, erwiesen sich beim männlichen Patientenkollektiv praktisch alle röntgenologischen Scheuermannschen Dystrophiezeichen als ausgeprägter im Vergleich zum entsprechenden weiblichen Kollektiv (vergl. WASSMANN).

Die bei beiden Geschlechtern während der Pubertät zu beobachtende weitere Breitenzunahme stimmt überein mit der Feststellung von RATHKE, ROSS u.a., daß sich der M. Scheuermann in diesem Zeitpunkt erheblich verschlimmere.

Die mediane Wirbelkörperlänge

Das prozentuale sagittale Längenwachstum ist bei beiden Geschlechtern bis zum Beginn des Erwachsenenalters größer als das Breitenwachstum. Während bei Männern im Erwachsenenalter vor allem die unteren Brustwirbel von D 8 an abwärts noch merklich länger werden, verkürzen sich diese bei Frauen sogar wieder. Die bei Frauen im Vergleich zu Männern wesentlich geringere Anbaurate im Erwachsenenalter liegt sogar noch unter dem Wert für die Wirbelkörperbreite. Hinsichtlich der Längenzunahme liegen die Verhältnisse umgekehrt wie bei der Wirbelbreite: größere sprunghafte Längenzunahmen erfolgen bei D 8 bis D 9, während caudal diese geringer und weniger gleichmäßig sind.

Auf die auffällige Verlängerung der Wirbelkörper bei M. Scheuermann weisen SCHLÜTER, DAMERON und GULLEDGE, JUNGHANNS sowie HAUBERG hin. KNUTSSON und BROCHER untersuchen den Mechanismus dieses Wachstums, das nach ihren Angaben vom vorderen Wirbelpol ausgeht und appositionell erfolgt. Die daraus resultierende Verlängerung hat sich nach den eigenen Untersuchungen als signifikant erwiesen.

Die Verbreiterung der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille an der rechten Wirbelseite

Diese Meßwerte sind bei Norm und M. Scheuermann praktisch gleich groß. An Wirbelsäulen von Frauen ist dieses morphologische Detail proportionell geringer ausgebildet als bei Männern. Die Breitenzunahme der Grundplatte gegenüber der Wirbeltaille ist vermutlich als Ausdruck der altersentsprechenden Spondylosis zu bewerten.

Die Wirbelkörperhöhen

BROCHER sowie HAUBERG setzen die Grenze für einen normalen, nicht keilförmigen Wirbel bei einer Differenz zwischen vorderer und hinterer Wirbelkörperhöhe von 1 mm fest, HURXTHAL sieht diese Grenze bei 2,o mm, BURDZIK und WUENSCH bei 2,5 mm. Die vorliegende Untersuchung erbrachte eine Höchstdifferenz von 2 mm für alle Altersgruppen bei beiden Geschlechtern.

Beim männlichen Geschlecht vollzieht sich das stärkste Wachstum zwischen der ersten und der zweiten Altersgruppe. Die Wachstumsaktivität an der vorderen und hinteren Wirbel_ körperhöhe hält für alle Wirbel bis ins Senium an, bei D 9 bis D 11 stärker als bei D 6 bis D 9. Beim weiblichen Geschlecht ist im Gegensatz zu allen anderen Meßwerten derjenige für die erste Altersgruppe größer als beim männlichen. Der juvenile Wachstumsimpuls ist allerdings bei Frauen, wie bei den meisten anderen Maßen, viel geringer, sodaß sich schon ab der zweiten Altersgruppe die Verhältnisse wieder umkehren. Die von ALLBROOK beobachtete nicht signifikante Abnahme der Wirbelkörperhöhe bei Frauen mit dem Alter wurde durch die vorliegende Untersuchung bestätigt, ebenso die Untersuchungen von FISCHER und GIERE über die Wachstumsaktivitäten an männlichen und weiblichen Wirbeln.

Eines der auffälligsten röntgenologischen Zeichen bei M. Scheuermann ist die Bildung von Keilwirbeln. Nach KNUTSSON, H.MAU, GOWAN, GÖB, WILLIAMS and PUGH soll es sich hierbei um eine Schädigung der Wachstumszone im ventralen Wirbelbereich mit Sistieren des Höhenwachstums handeln. GRASSET meint sogar, daß ein echter Wirbelkörperzusammenbruch vorliege. Nach den eigenen Untersuchungen zeigt sich im Stadium der Entwicklung des M. Scheuermann keine ventrale Höhenminderung. Die ventrale Wirbelhöhe ist bei M. Scheuermann bis zum Erwachsenenalter sogar größer als beim Normalkollektiv. Was beim männlichen Geschlecht den M. Scheuermann bezüg-

lich der ventralen Höhe charakterisiert, ist das Ausbleiben des Höhenwachstums während der Erwachsenenphase. Dadurch überwiegt frühestens vom 3.Lebensjahrzehnt an die ventrale Wirbelhöhe bei normalen Wirbelsäulen diejenige des Scheuermann-Wirbels. Die Hauptursache für die Bildung von Keilwirbeln bei M.Scheuermann ist das gegenüber der Norm deutliche Überwiegen der hinteren Wirbelkörperhöhe. Auf diese Weise ist es möglich, daß schon in den ersten Altersgruppen Keilwirbel beobachtet werden können. Mc.GOWAN weist auf das Weiterwachsen der Wirbelkörper in den dorsalen zwei Dritteln in der Zeit der Pubertät hin. Es muß demnach bei M.Scheuermann ein besonderer Wachstumsimpuls am hinteren Wirbelkörperteil bestehen, der vielleicht infolge der dorsalen Druckentlastung bei nach vorne verlagerter Belastungsachse das normale Wachstum übertrifft. Weil mit Erreichen des Erwachsenenalters das Höhenwachstum der Wirbelkörper erlischt, kann man annehmen, daß durch den M.Scheuermann die Wirbelkörperabschlußplatten so stark geschädigt sind, daß ein für den normalen Wirbelkörper charakteristisches Weiterwachsen nicht mehr möglich ist.

Der Scheitel einer Adoleszentenkyphose wird meist einheitlich als zwischen D 7 und D 1o gelegen angegeben. (BROCHER, IHLENFELDT, SERRE et BARJON u.a.) Mc.GOWAN, DAMERON and GULLEDGE sowie SCHNEIDER schließen D 6 noch mit ein. Da nach den eigenen Messungen die maximale Keilform der Wirbelkörper bei D 7 und D 8 gefunden wurde, können diese Angaben bestätigt werden.

Die Bandscheiben

Bei beiden Geschlechtern nimmt die röntgenologische Bandscheibenhöhe bis zum Erwachsenenalter durch Ossifikation der knochennahen Knorpelschichten ab. Vordere und hintere Bandscheibenhöhe sind annähernd gleich groß und verändern sich auch im Erwachsenenalter kaum. Proportional zu den übrigen Maßen sind die Bandscheiben bei Frauen etwas nied-

riger als bei Männern.

Männliche und weibliche Wirbelsäulen zeigen bei M. Scheuermann ventral klaffende, dorsal dagegen verschmälerte Intervertebralräume. Dieses Ergebnis steht mit der Aussage von BURDZIK und WUENSCH in Einklang, da diese Autoren bei Männern eher ventral erweiterte, bei Frauen dagegen ventral verschmälerte Intervertebralräume festgestellt haben. Ventral höhere Bandscheiben seien bei der von ihnen abgeteilten "dynamischen Form der Adoleszentenkyphose" sogar die Regel. Auch SCHLÜTER weist auf die Möglichkeit einer Flaschenform der Intervertebralräume hin, was dem Ergebnis der vorliegenden Messungen entsprechen würde. BROCHER, KNUTSSON, BLENKE u.a. zeigen in dem ihren Veröffentlichungen beigefügten Bildmaterial eine große Zahl von Fällen, die keilförmige Bandscheiben bei ventral gelegener Keilbasis aufweisen. Die von HENSSGE als Frühsymptom des M. Scheuermann angegebene ventrale Diskusverschmälerung konnte nicht bestätigt werden.

Da nach BLENKE, ROCHER et ROUDIL Schmorlsche Knorpelknötchen vorwiegend in den dorsalen Wirbelteilen zu finden sind, kann im Sinne eines Masseverlustes von Bandscheibengewebe infolge der intraspongiösen Hernie die dorsale Verschmälerung der Bandscheiben erklärt werden. Nach BURDZIK und WUENSCH finden sich Knorpelknötchen vorwiegend dort, wo die Bandscheiben am niedrigsten sind.

8. Zusammenfassung

Um die Besonderheiten von Wirbelformveränderungen bei M. Scheuermann im Vergleich zur Norm zu erfassen, wurden auf Röntgenaufnahmen von 559 normalen und 434 durch M. Scheuermann veränderten Brustwirbelsäulen beider Geschlechter die frontale Breite, mediane Länge und vordere sowie hintere Höhe, mit und ohne Bandscheiben, für die Zeitspanne von der Pubertät bis zum Senium gemessen.

Normale Wirbelkörper werden beim Mann bis ins Senium breiter, länger und höher. Der prozentual größte Zuwachs erfolgt bei der Breite zwischen dem 15. und 29., bei Länge und Höhe zwischen dem 1o. und 19. Lebensjahr. Der adulte Zuwachs ist zwar gering, aber gegenüber den Werten zu Beginn des Erwachsenenalters doch signifikant. Bei der Frau ist das adulte Wachstum geringer als beim Mann; bei der Länge und Höhe läßt sich sogar im höheren Alter wieder eine, wenn auch nicht signifikante, rückläufige Tendenz feststellen.

Bei M. Scheuermann sind die absoluten Breitenmaße für beide Geschlechter signifikant größer als bei der Norm. Ihre prozentuale Zunahme mit dem Alter ist jedoch nur für Männer größer als normal, bei Frauen dagegen geringer, so daß sich die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern im Erwachsenenalter bis zur Signifikanz vergrößern. Dabei sind die Wirbelkörper für Männer und Frauen signifikant länger als normal. Eine Regression der Länge mit dem Alter beobachtet man hier sogar auch bei Männern, allerdings in geringerem Maße als bei Frauen.

Die vordere Wirbelkörperhöhe ist bei M. Scheuermann nicht erniedrigt, im jüngeren Alter und vor allem beim weiblichen Kollektiv übertrifft sie sogar die Normalwerte. Die deutliche Vergrößerung der hinteren Wirbelkör-

perhöhe im Vergleich zur Norm ist für die Keilform der Wirbelkörper verantwortlich. Das gesamte Höhenwachstum der Wirbelkörper sistiert im Erwachsenenalter.

Die Intervertebralräume, die normalerweise ventral und dorsal annähernd gleich hoch sind, zeigen bei M. Scheuermann eine vorwiegend ventrale Erweiterung und dorsale Verschmälerung.

9. Literaturverzeichnis

ALLBROOK, D.B.: Changes in lumbar vertebral body height with age. Amer.J.phys.anthropol.,14,35-39,(1956).

BARNETT,E. and NORDIN,B.E.C.: The radiological diagnosis of osteoporosis: a new approach. Clin.Radiol.,11,166 (1960).

BLENKE,B. : Frühkindliche Skoliosen,Scheuermannsche Erkrankung und Vertebra plana Calvé. Beitr.Orthop.21,61-84 (1962).

BRAUER,W. : Zur Ätiologie der juvenilen Kyphose, Morbus Scheuermann. Fortschr.Röntgenstr. 83, 839-843 (1955).

BROCHER,J.E.W.: Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differentialdiagnose. 4.Auflage Stuttgart : Thieme 1966.

La symptomatologie radiologigue de la maladie de Scheuermann. Rev.méd.Suisse rom. 85, 244-247,256(1965)

CHIGOT,P.-L.,MARTINIE-DUBOUSQUET,J.,BURGER-WAGNER,A. : Maladie de Scheuermann. Ann.Chir. 12, 1083-1102 (1958).

BURDZIK,G. und WUENSCH,K.E. : Beitrag zum Röntgenbild der Brustkyphose und seiner Deutung. Z.Orthop. 84, 591-607 (1954).

DAMERON,Th.B. and GULLEDGE,W.H. : Adolescent kyphosis. U.S.armed Forces med.J. 4, 871-875(1953).

FISCHER,E.,GIERE,W.: Größenänderungen von Skelettabschnitten der Wirbelsäule und der unteren Extremität im Erwachsenenalter bei Männern und Frauen. 1.Mitteilung. Breitenänderung der Wirbelkörper der normalen Brust- und Lendenwirbelsäule. Z.Orthop. (1970), im Druck.

GÖB,A. : Die Scheuermannsche Erkrankung im Bereich der Lendenwirbelsäule. Z.Orthop. 9o, 3o4-317 (1958)

GOWAN Mc,T.J.B.A.: Adolescent kyphosis. Lancet 12,I, 211-214 (1944)

GRASSET,Ed. : Anatomie pathologique de la maladie de Scheuermann. Rev.méd.Suisse rom. 85, 228-23o (1965)

HAFNER,R.H.V. : Localised osteochondritis (Scheuermann's disease). J.Bone Jt Surg. 34 B, 38-4o (1952)

HAUBERG,G. : Die Scheuermannsche Erkrankung. Handbuch der Orthopädie II,123-132(1958)

HENSSGE,J. : Radiologische Befunde beginnender Adoleszentenkyphosen (M.Scheuermann). Fortschr.Röntgenstr. 1o8 I, 58-62 (1968)

HOUSTON,C.S. and ZALESKI,W.A.: The shape of vertebral bodies and femoral necks in relation to activity. Radiology 89 I, 59-66 (1967)

HURXTHAL,L.M. : Measurement of anterior vertebral compressions and biconcave vertebrae. Amer.J.Roentgenol. 1o3, 635-644 (1968)

IHLENFELDT,G. : Beitrag zur Scheuermannschen Erkrankung. Ein Fall mit besonders schwerer röntgenologisch nachweisbarer Schädigung der Brustwirbelsäule. Dtsch.Z.Chir. 254, 48-52 (194o)

JONES and WISE,B.L.: Contribution of venous obstruction to experimentally induced Scheuermann's disease. Radiol.clin.biol. 36, 91-1oo (1967)

KNUTSSON,F. : Observations on the Growth of the Vertebral Body in Scheuermann's Disease. Acta radiol. 3o, 97-1o4 (1948).

LINDEMANN,K. : Beitrag zur Pathogenese juveniler Rückgradverkrümmungen.
Z.Orthop. 86, 54o-555 (1955)

Die lumbale Kyphose im Adoleszentenalter.
Z.orthop.Chir. 58, (1933)

LOTZE,K. : Die Scheuermannsche Erkrankung.
Dissertation Freibg.i.Br.,31 S., (1939)

MAU,C. : Die Kyphose der Adoleszenten.
Z.orthop.Chir. 45, 325-327 (1924)

MAU,H. : Juvenile Kyphose. Wesen und Bedeutung der enchondralen Dysostosen.
Stuttgart : Thieme, 134-141, (1958)

PAUWELS,F. : Neue Theorie über den Einfluß mechan. Reize auf die Differenzierung der Stützgewebe. In : Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates.
Berlin : Springer 1965

RATHKE,F.W. : Die juvenilen Rückgratverkrümmungen.
Habil. Heidelberg, Stuttgart : Thieme 1961

ROCHER,H.-L. et ROUDIL,G.: Hérnie nucléaires et épiphysites vertebrales dans la cyphose des adolescents.
Bull.Soc.Radiol.méd.France 2o, 235-237 (1932)

ROSS,E. : Ergebnisse einer Röntgenreihenuntersuchung der Wirbelsäule bei 5ooo Jugendl.
Fortschr.Röntgenstr. 97 VI, 734-751(1962)

Die enchondrale Dysostose der Wirbelsäule. Kritisches zur Diagnose der Scheuermannschen Erkrankung.
Fortschr.Röntgenstr. 98, 578-588 (1963)

RÜBE,W. und HEMMER,W.: Ist der Morbus Scheuermann eine seltene Erkrankung ? Fortschr.Röntgenstr. 96, 489-495(1962)

SCHEUERMANN,H.: Kyphosis dorsalis juvenilis. Z.orthop.Chir. 41, 3o5-317 (1921)

SCHLÜTER,K. : Form und Struktur des normalen und des pathologisch veränderten Wirbels. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis 3o, Stuttgart : Hippokrates (1965)

SCHMORL,G.-JUNGHANNS,H.: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. 5.Auflage, Stuttgart : Thieme 1968

SCHNEIDER,M. : Rhumatologie : La maladie de Scheuermann. Strasbourg méd., 822-83o, Nov.1957

SERRE,H. et BARJON,M.C.: Symptomatologie et évolutions cliniques de la maladie de Scheuermann. Rev.méd.Suisse rom. 85, 231-243,(1965)

STEIN,H. und v.ZAHN,L.: Zur Pathogenese, Frühdiagnose und Prophylaxe des Morbus Scheuermann. Dtsch.med.Wschr. 81, I, 2oo-2o2,2o8(1956)

TAILLARD,W. : Le traitement orthopédique de la maladie de Scheuermann. Rev.méd.Suisse rom. 85, 256-263 (1965)

TEXIER,R. : Au sujet de la maladie de Scheuermann. J.Radiol. 37, 96-97 (1956)

WASSMANN,K. : Kyphosis juvenilis Scheuermann - an occupational disorder. Acta orthop.scand. 21, 65-74 (1951)

WILLIAMS,J. and PUGH,D.G.: Vertebral epiphysitis : a comparison of the clinical and radiological findings. Amer.J.Roentgenol. 9o, 1236-1247 (1963)

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof.Dr.E.Fischer für seine jederzeit erwiesene Hilfsbereitschaft und seine freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung des interessanten Themas sehr herzlich danken.

L e b e n s l a u f

Am 3.Dezember 1943 wurde ich, Hartmut Volck, als erstes Kind des Oberverwaltungsrats Theodor Volck und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Bickhardt, in Stuttgart geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Volksschule ab Herbst 1950 trat ich in das Gymnasium unseres Wohnortes Stgt.-Zuffenhausen ein, wo ich im März 1964 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommer 1964 nahm ich das Medizinstudium an der Universität Tübingen auf und legte dort nach dem Wintersemester 1964/65 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 11.April 1967 die ärztliche Vorprüfung ab. Das Wintersemester 1967/68 absolvierte ich an der Universität Wien; ab dem Sommersemester 1968 war ich wieder an der medizinischen Fakultät der Universität Tübingen eingeschrieben. Dort habe ich am 30.Juli 1970 mein Studium mit dem medizinischen Staatsexamen abgeschlossen.